

# Πρόλογος

*Karma Police, arrest this man, he talks in maths, he buzzes like a fridge, he's like a detuned radio*

Radiohead, "Karma Police", *OK Computer* (1977)

## Εισαγωγή

Πολλοί φοιτητές των κοινωνικών και των συμπεριφοριστικών επιστημών (και επομένως και ερευνητές) περιφρονούν τη στατιστική. Η κατανόηση των πολύπλοκων στατιστικών εξισώσεων για όσους δεν έχουν μαθηματικές γνώσεις (που είναι και οι περισσότεροι) είναι πολύ δύσκολη. Παρ' όλα αυτά κάποιες «σατανικές δυνάμεις» εξαναγκάζουν όλους εμάς που δεν είμαστε «μαθηματικά μυαλά» να γίνουμε ειδικοί στη στατιστική – έργο εξαιρετικά σύνθετο. Το τελικό αποτέλεσμα, όπως είναι αναμενόμενο, είναι αρκετά προβληματικό. Ένα όπλο για την αντιμετώπιση της κατάστασης είναι ο ηλεκτρονικός υπολογιστής, με τον οποίο μπορούμε να παρακάμψουμε την αδυναμία κατανόησης των μαθηματικών. Τα στατιστικά προγράμματα, όπως τα IBM SPSS, SAS, R και τα συναφή, παρέχουν τη δυνατότητα διδασκαλίας και εκμάθησης της στατιστικής σε εννοιολογικό επίπεδο, χωρίς να χρειαστεί να καθεί κάποιος στις εξισώσεις. Ο υπολογιστής, όμως, λειτουργεί όπως το γατόχορτο για τις γάτες: σαν ένα αθώο ναρκωτικό που διεγείρει τα κέντρα ευχαρίστησης στον εγκέφαλό τους και τις κάνει ευτυχισμένες. Το αρνητικό με αυτό το όπλο είναι ότι μπορεί να σε κάνει να γελοιοποιηθείς αν δεν καταλαβαίνεις τι κάνεις. Η χρήση των στατιστικών προγραμμάτων χωρίς γνώση της στατιστικής είναι επικίνδυνο πράγμα. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο γράφτηκε αυτό το βιβλίο.

Ο πρώτος μου στόχος είναι να καταφέρω να δημιουργήσω μια ισορροπία μεταξύ θεωρίας και πράξης. Θέλω να χρησιμοποιήσω τον ηλεκτρονικό υπολογιστή ως εργαλείο διδασκαλίας των στατιστικών εννοιών με την ελπίδα ότι θα κατανοήσετε και τη θεωρία και την πράξη της στατιστικής. Εάν επιθυμείτε περισσότερη θεωρία και σας αρέσουν οι μαθηματικές εξισώσεις, τότε υπάρχουν άλλα, καταλληλότερα βιβλία. Για παράδειγμα, μέσα από τα βιβλία των Howell (2012), Stevens (2002) και Tabachnick & Fidell (2012) έχω διδαχθεί (και εξακολουθώ να διδάσκομαι) για τη στατιστική περισσότερα πράγματα απ' όσα μπορείτε να φανταστείτε. (Έχω μάλιστα τη φιλοδοξία να συμπεριληφθώ στις αναφορές κάποιου από αυτά τα βιβλία, αν και δεν νομίζω ότι κάτι τέτοιο θα συμβεί ποτέ.) Πολλά βιβλία δημιουργούν την εντύπωση ότι υπάρχουν «ορθοί» και «μη ορθοί» τρόποι σχεδιασμού των στατιστικών αναλύσεων. Η ανάλυση των δεδομένων, όμως, είναι πολύ πιο «υποκειμενική» απ' όσο παρουσιάζεται. Γι' αυτόν το λόγο, αν και κάνω προτάσεις μέσα στο πλαίσιο των περιορισμών που μου επιβάλλει η παράλογη καταστροφή τροπικών δασών για την παραγωγή χαρτιού, προσδοκώ να σας βοηθήσω να αποκτήσετε τη θεωρητική υποδομή που θα σας επιτρέψει να αποφασίζετε σχετικά με τον καταλληλότερο τρόπο ανάλυσης των δεδομένων σας.

Ο δεύτερος στόχος μου (γελοιωδώς φιλόδοξος, ομολογώ) είναι να κάνω το βιβλίο αυτό το μοναδικό που θα χρειαστεί να αγοράσετε ποτέ. Είναι ένα βιβλίο που ελπίζω να σας συνοδεύει από τον πρώτο χρόνο των πανεπιστημιακών σπουδών σας μέχρι και σε όλο σας τον επαγγελματικό βίο. Τα κεφάλαια 1 έως και 9 αφορούν τους προπτυχιακούς φοιτητές που βρίσκονται στο πρώτο έτος φοίτησης. Στη συνέχεια τα κεφάλαια 5, 8 και 10 έως 15 αφορούν τους ίδιους φοιτητές στο δεύτερο έτος φοίτησης. Η δραματική κορύφωση που χαρακτηρίζει τα υπόλοιπα κεφάλαια, από το κεφάλαιο 16 έως το 20, θα κρατήσει σε εγρήγορση τους μεταπτυχιακούς φοιτητές. Παρ' όλα αυτά θα πρέπει κάθε

κεφάλαιο να έχει κάτι για τον καθένα, ανεξαρτήτως επιπέδου. Για τον σκοπό αυτό κάθε υποενοότητα κεφαλαίου έχει μια ένδειξη που εκφράζει τον βαθμό δυσκολίας. Περισσότερα, όμως, γι' αυτό το θέμα παραθέτω παρακάτω.

Ο τελευταίος και πιο σημαντικός στόχος μου είναι να σας κάνω να διασκεδάσετε μαθαίνοντας. Και αυτό σχετίζεται με την προσωπική μου ιστορία στα μαθηματικά, όπως αυτή ξεκίνησε στην ηλικία των 11 ετών με τους βαθμούς που τότε είχα πάρει:

MATHEMATICS ADDL. MATHS.	43	59	27	D	C	His work shows lack of discipline in thought and presentation. I hope it will matter next year.
CHEMISTRY						

Το 27 σημαίνει ότι ήμουν 27ος στην κατάταξη των μαθητών σε μία τάξη 29 μαθητών, σχεδόν τελευταίος, ενώ το 43 εκφράζει το επί τοις εκατό ποσοστό των σωστών απαντήσεων σε ένα τεστ μαθηματικών. Ω Θεέ μου! Τέσσερα χρόνια αργότερα η μεγάλη βελτίωση στα μαθηματικά φαίνεται από τα σχόλια που παρατίθενται στον έλεγχο που σας παρουσιάζω:

NAME Andrew Field FORM 4Q SUBJECT Mathematics

EXAM	
ATTAINMENT	
EFFORT	

Andrew's progress in Mathematics has been remarkable. From being a weaker candidate who lacked confidence he has developed into a budding Mathematician. He should achieve a good grade.

Date 27/6/88 B.A. Crete Subject Teacher

Καταλυτικός παράγοντας γι' αυτή τη σημαντική βελτίωση ήταν ένας καλός δάσκαλος που είχα, ο αδελφός μου ο Paul. Στην ουσία οφείλω την ακαδημαϊκή μου καριέρα στον αδελφό μου, που είχε την ικανότητα να με διδάσκει με ελκυστικό τρόπο, κάτι που δεν μπορούσαν να κάνουν οι καθηγητές των μαθηματικών. Ο Paul είναι καταπληκτικός δάσκαλος γιατί ενδιαφέρεται να αναδείξει τα καλύτερα στοιχεία που διαθέτουν οι άνθρωποι και γιατί με δίδασκε κάνοντας τα πράγματα ενδιαφέροντα και σχετικά προς εμένα. Έφερε το «γονίδιο του καλού δασκάλου», αλλά δυστυχώς δεν το αξιοποίησε και δεν έγινε δάσκαλος. Ευτυχώς όμως το γονίδιο δεν πήγε χαμένο, γιατί ενέπνευσε εμένα. Πιστεύω ιδιαίτερα ότι οι άνθρωποι εκτιμούν την προσπάθεια επίτευξης βαθύτερης επικοινωνίας και επαφής και γι' αυτόν το λόγο στο συγκεκριμένο βιβλίο υπάρχουν πολλά στοιχεία από την προσωπικότητά μου και από το χιούμορ που διαθέτω (ή που δεν διαθέτω). Πολλά από τα παραδείγματα που χρησιμοποιώ, παρ' ότι είναι αρκετά παράξενα, περίεργα ή και τρελά, εντούτοις αφορούν θέματα που απασχολούν ως έναν βαθμό το μυαλό του μέσου προπτυχιακού φοιτητή (είτε είναι αγόρι είτε κορίτσι), όπως το σεξ, τα ναρκωτικά, το ροκ, τα διάσημα πρόσωπα και η συμπεριφορά τους κ.ά. Υπάρχουν επίσης παραδείγματα που τα επέλεξα γιατί με κάνουν και γελάω. Τα παραδείγματα διακρίνονται από μια ελευθεριάζουσα διάθεση (κάποιοι θα τα χαρακτηρίσουν «βωμολοχίες», εγώ όμως προτιμώ τον χαρακτηρισμό «ελευθεριάζουσα διάθεση») και τελικά ο αναγνώστης θα μπορέσει να καταλάβει τι έχω στο μυαλό μου, καλώς ή κακώς! Ζητώ συγγνώμη από εκείνους που πιστεύουν ότι όλο αυτό δεν είναι παρά μια σκέπη ανοησία, από εκείνους που δεν τους αρέσει καθόλου ή από εκείνους που

πιστεύουν ότι υποτιμώ τη σοβαρότητα της επιστήμης, αλλά, στ' αλήθεια, ποιος δεν θα βρει αστείο το θέμα: «διέγερση του ορθού με ένα ζωντανό χέλι»;

Δεν πίστευα ότι θα πετύχαινα τους παραπάνω στόχους, αλλά οι προηγούμενες εκδόσεις του βιβλίου αποδείχτηκαν πολύ δημοφιλείς. Απολαμβάνω τη σπάνια πολυτέλεια να δέχομαι ηλεκτρονικά μηνύματα από παντελώς άγνωστα άτομα που μου λένε πόσο υπέροχος είμαι! (Βεβαίως υπάρχουν και ηλεκτρονικά μηνύματα στα οποία ο κόσμος με αποκαλεί «σκατένιο», αλλά στη ζωή θα πρέπει να δέχεσαι και το ένα και το άλλο.) Η δεύτερη έκδοση του βιβλίου κέρδισε το 2007 το βραβείο της Βρετανικής Ψυχολογικής Εταιρείας. Παρ' όλα αυτά κάθε νέα έκδοση φοβάμαι ότι θα καταστρέψει όλη την προηγούμενη σκληρή δουλειά που έχω κάνει. Ας δούμε τις αλλαγές που υπάρχουν στην παρούσα έκδοση.

## Τι παίρνετε με τα λεφτά που δίνετε;

Αυτό το βιβλίο σας ταξιδεύει (και προσπάθησα πολύ να κάνω το ταξίδι ευχάριστο) όχι μόνο στον χώρο της στατιστικής, αλλά επίσης σε παράξενα και όμορφα πράγματα που υπάρχουν στον κόσμο γενικά, αλλά και στο μυαλό μου. Είναι γεμάτο με παλαβά πράγματα, με χοντροκομμένα αστεία και αισχρολογίες. Εκτός όμως από όλα αυτά προσπάθησα (απρόθυμα, ομολογώ) να συμπεριλάβω και ακαδημαϊκή ύλη. Κατά μία έννοια εμπεριέχει όλα όσα γνωρίζω (στην πραγματικότητα περισσότερα από όσα γνωρίζω) για τη στατιστική. Επιπλέον περιέχει:

- **Οτιδήποτε κάποια στιγμή θα χρειαστεί να ξέρετε:** Θέλω αυτό το βιβλίο να αξίζει τα λεφτά του και γι' αυτόν το λόγο σας καθοδηγεί από την πλήρη άγνοια (το πρώτο κεφάλαιο αναφέρει τα βασικά της έρευνας) στο να γίνετε ειδικοί στα πολυεπίπεδα μοντέλα (Κεφάλαιο 20). Φυσικά κανένα βιβλίο, που το βάρος και το μέγεθός του να σας επιτρέπουν να το κρατήσετε στα χέρια σας, δεν περιέχει τα πάντα. Παρ' όλα αυτά θεωρώ ότι έχω κάνει μια καλή προσπάθεια. Άλλωστε είναι τόσο μεγάλο και βαρύ που μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για να δυναμώσετε τους δικέφαλούς σας.
- **Αστείες φάτσες:** Θα παρατηρήσετε ότι το βιβλίο περιέχει αστείες φάτσες, κάποιες μάλιστα δικές μου. Θα μάθετε περισσότερα για την παιδαγωγική χρησιμότητα αυτών των «χαρακτήρων» στην επόμενη ενότητα, αλλά ακόμη κι αν δεν είχαν καμία χρησιμότητα, είναι ευχάριστο να τους κοιτάς.
- **Αρχεία:** Στη συνοδευτική ιστοσελίδα του βιβλίου υπάρχουν περίπου 123 αρχεία που σχετίζονται με αυτό. Δεν πρόκειται για κάτι ασυνήθιστο στα βιβλία στατιστικής, αλλά στα δικά μου αρχεία υπάρχει *πλουσιότερο σπέρμα* (όχι κυριολεκτικά, βέβαια) απ' ό,τι σε άλλα. Αφήνω στην κρίση σας την αξιολόγησή τους.
- **Την ιστορία της ζωής μου:** Κάθε κεφάλαιο τελειώνει με την εξιστόρηση, σε χρονολογική σειρά, ενός μέρους της ζωής μου. Σας βοηθά αυτό να μάθετε στατιστική; Μάλλον όχι, αλλά σας επιτρέπει να χαλαρώνετε λίγο μεταξύ των κεφαλαίων.
- **Χρήσιμες συμβουλές για το SPSS:** Το SPSS κάνει παράξενα πράγματα. Σε κάθε κεφάλαιο λοιπόν θα βρείτε ένθετες συμβουλές, υποδείξεις αλλά και προειδοποιήσεις για τις παγίδες που κρύβει η χρήση του SPSS.
- **Ασκήσεις αυτοαξιολόγησης:** Δεδομένου ότι οι περισσότεροι φοιτητές απεχθάνονται τα τεστ, σκέφτηκα ότι ο καλύτερος τρόπος για να αποτύχει εμπορικά το βιβλίο θα ήταν να υπάρχουν σε κάθε κεφάλαιο τέτοιες ασκήσεις. Αυτές, λοιπόν, αποτελούνται από ερωτήσεις που σας βοηθούν να αποτιμήσετε τι μάθατε στο συγκεκριμένο κεφάλαιο, ενώ υπάρχουν και ασκήσεις που σας καλούν να ανατρέξετε σε κάτι που μάθατε σε προηγούμενο κεφάλαιο και να το εφαρμόσετε σε νέο περιβάλλον. Όλες οι απαντήσεις υπάρχουν στη συνοδευτική ιστοσελίδα και έτσι μπορείτε μόνοι σας να ελέγξετε την πρόοδό σας.
- **Συνοδευτική ιστοσελίδα:** Στη συνοδευτική ιστοσελίδα θα βρείτε ένα απολύτως παράλογο πρόσθετο υλικό! Πληροφορίες γι' αυτό το υλικό θα σας δώσω στην ενότητα όπου το παρουσιάζω.
- **Διέγερση:** Προς Θεού, δεν εννοώ τη *διέγερση* στην οποία προαναφέρθηκα, αλλά την εγκεφαλική διέγερση. Συγκεκριμένα, στη συνοδευτική ιστοσελίδα υπάρχουν πολλά στοιχεία που είναι προβάσιμα και συμβατά με tablets και κινητά τηλέφωνα νέας γενιάς, έτσι ώστε, αν βαρεθείτε την

ταινία που παρακολουθείτε στο σινεμά, να μπορείτε εναλλακτικά να διαβάσετε για τον θαυμαστό κόσμο της *ετεροσκεδαστικότητας*.

- **Πώς συντάσσετε την έκθεση αποτελεσμάτων της στατιστικής σας ανάλυσης:** Κάθε κεφάλαιο περιλαμβάνει οδηγίες για το πώς να συντάξετε την έκθεση αποτελεσμάτων της στατιστικής σας ανάλυσης. Ο τρόπος σύνταξης διαφοροποιείται ανάλογα με το γνωστικό αντικείμενο, ωστόσο οι οδηγίες μου μπορούν να σας καθοδηγήσουν.
- **Γλωσσάρι:** Η συγγραφή του γλωσσαρίου ήταν μια ιδιαίτερα επώδυνη διαδικασία, που ρούφηξε σαν ηλεκτρική σκούπα όλη τη φαιά ουσία του εγκεφάλου μου. Αν έρθετε στο σπίτι μου, θα τη βρείτε μέσα στον κάδο της ηλεκτρικής σκούπας.
- **Δεδομένα από τον πραγματικό κόσμο:** Στους φοιτητές αρέσουν να δουλεύουν με δεδομένα από την πραγματική ζωή. Το πρόβλημα είναι ότι κάποιες φορές αυτά τα δεδομένα είναι βαρετά. Παρ' όλα αυτά, αποκλειστικά για σας, έψαξα εξονυχιστικά για έρευνες με συναρπαστικά θέματα (τουλάχιστον κατά τη γνώμη μου). Μετά κυνηγούσα τους ερευνητές αυτών των ερευνών, μέχρι να μου δώσουν τα στοιχεία που διέθεταν. Κάθε κεφάλαιο, λοιπόν, έχει κι από ένα πραγματικό ερευνητικό παράδειγμα.

## Τι περισσότερο περιέχει αυτή η έκδοση

Υποθέτω ότι σκέφτεστε πως, αφού έχετε διαθέσει τα ωραία σας λεφτά για να αποκτήσετε την παλαιότερη έκδοση, γιατί να ξοδευτείτε και για την καινούργια; Είναι δύσκολο να παραθέσω όλες τις αλλαγές σε μία λίστα. Καταρχάς γράφω καλύτερα τώρα συγκριτικά με πριν από τέσσερα χρόνια και έτσι πολλά πράγματα έχουν ξαναγραφτεί, επειδή νομίζω ότι τα καταφέρνω καλύτερα τώρα. Αφιέρωσα έξι ολόκληρους μήνες σε αυτή τη διαδικασία και μπορώ να ισχυριστώ ότι υπάρχουν πράγματι πολλές αλλαγές. Παρ' όλα αυτά, όσα σας άρεσαν στην προηγούμενη έκδοση το πιο πιθανό είναι να έχουν διατηρηθεί. Συγκεκριμένα:

- **Συμβατότητα με το περιβάλλον IBM SPSS:** Αυτή η έκδοση έχει γραφτεί με βάση τις εκδόσεις του IBM SPSS 20 και 21. Η IBM εμφανίζει κάθε χρόνο μια νέα έκδοση του προγράμματος, ενώ αυτό το βιβλίο επανεκδίδεται κάθε τέσσερα χρόνια. Συνεπώς, όταν θα αγοράσετε αυτό το βιβλίο, μπορεί όσα αναφέρονται εδώ για το SPSS να μην ισχύουν απόλυτα. Αυτό δεν θα πρέπει να σας απασχολεί ιδιαίτερα, μια και η μία έκδοση του SPSS διαφέρει ελάχιστα από την άλλη.
- **Νέο! Κεφάλαιο για την ανάλυση διαμεσολάβησης και την ανάλυση ρύθμισης:** Από την πρώτη έκδοση του βιβλίου ήθελα να συμπεριλάβω αυτές τις δύο αναλύσεις που χρησιμοποιούνται ευρέως. Παρ' όλα αυτά, στο τέλος της διαδικασίας της αναδιατύπωσης και επικαιροποίησης των υπαρχόντων κεφαλαίων ήμουν εξαντλημένος. Αυτό δεν συνέβη στην παρούσα έκδοση, γιατί έγραψα αυτό το νέο κεφάλαιο στη μέση της διαδικασίας της επικαιροποίησης των άλλων και πριν εξαντληθώ. Το Κεφάλαιο 10 είναι ολοκαίνουργιο και αναφέρεται στην ανάλυση διαμεσολάβησης και στην ανάλυση ρύθμισης.
- **Νέο! Η δομή του βιβλίου:** Οι εκδότες μου βγήκαν από τα ρούχα τους με τη σκέψη της αλλαγής και μόνο, πιστεύοντας ότι κάτι τέτοιο δεν θα αρέσει σε όσους εντάσσουν το βιβλίο στο μάθημά τους. Μπορεί και να έχουν δίκιο, αλλά εγώ την αλλαγή την έκανα. Έτσι, η λογιστική παλινδρόμηση (ένα σύνθετο θέμα) μετακινήθηκε προς το τέλος του βιβλίου, ενώ οι μη παραμετρικοί έλεγχοι (ένα σχετικά σαφές θέμα) στην αρχή. Κατά τη γνώμη μου αυτό θα κάνει το βιβλίο πιο κατανοητό.
- **Νέο! Η στόχευση:** Τα πράγματα αλλάζουν, και τώρα πια οι άνθρωποι κατανοούν τα όρια των ελέγχων στατιστικής σημαντικότητας, που τους συζητώ περισσότερο στο δεύτερο κεφάλαιο. Η βασική άποψη που εκφράστηκε στην προηγούμενη έκδοση του βιβλίου αυτού είναι ότι όλοι οι έλεγχοι ανήκουν στο ίδιο μοντέλο, σε αυτή την έκδοση όμως εμβαθύνω περισσότερο.
- **Νέο! Ασκήσεις:** Υπάρχουν 111 περισσότερες «Ασκήσεις του Άλεξ», κάτι που σημαίνει περισσότερες σελίδες απαντήσεων στη συνοδευτική ιστοσελίδα.
- **Νέο! Εφαρμογή της μεθόδου bootstrap:** Η εφαρμογή της μεθόδου bootstrap στο SPSS παρουσιάζεται όπου είναι απαραίτητο.

- **Νέο! Απεικονίσεις με διαγράμματα ροής:** Τα βήματα κάθε στατιστικής ανάλυσης συνοψίζονται στο τέλος του εκάστοτε κεφαλαίου με ένα διάγραμμα ροής.
- **Νέο! Μία ιστορία αγάπης:** Η ύλη κάθε κεφαλαίου συνοψίζεται στο τέλος του με τη βοήθεια ενός διαγράμματος. Στο διάγραμμα απεικονίζεται η προσπάθεια του Μπράιαν να γοητεύσει την Τζέιν με τις στατιστικές γνώσεις του.
- **Νέο! Πρόσωπα:** Διασκεδάζω με τα νέα πρόσωπα, όπως είναι ο Όντιτι, ένας τρελός χίπης, και ο καθηγητής Κομφούζιος.
- **Ανα-Νέο-ση! Οι προϋποθέσεις:** Μέχρι τώρα δεν μου άρεσε ο τρόπος που πραγματευόμουν το ζήτημα των προϋποθέσεων. Γι' αυτόν το λόγο ξανάγραψα ολόκληρο το Κεφάλαιο 5 με στόχο να τις κάνω περισσότερο κατανοητές.

Κάθε κεφάλαιο έχει μέρη που ξαναγράφηκαν ή τους έγινε επιμέλεια, και πιο συγκεκριμένα οι αλλαγές είναι οι εξής:

- **Κεφάλαιο 1 (Διεξάγοντας την έρευνα):** Πρόσθεσα υλικό σχετικά με το πώς παρουσιάζονται οι αναλύσεις, σχετικά με τη διακύμανση και την τυπική απόκλιση, και διεύρυνα τη συζήτηση για τις τιμές στατιστικής σημαντικότητας ( $p$ -value).
- **Κεφάλαιο 2 (Θεωρία στατιστικής):** Πρόσθεσα υλικό σχετικά με την εκτίμηση των παραμέτρων, τους ελέγχους στατιστικής σημαντικότητας και τα όριά τους, τα προβλήματα των μονόπλευρων ελέγχων, την πραγματοποίηση ελέγχων πολλαπλών συγκρίσεων (π.χ. σφάλματα οικογενειών - familywise error), τα διαστήματα εμπιστοσύνης και τη στατιστική σημαντικότητά τους, το μέγεθος του δείγματος και τη στατιστική σημαντικότητά του, το μέγεθος επίδρασης (συμπεριλαμβανομένου του κριτηρίου  $d$  του Cohen και της μετα-ανάλυσης) και τον τρόπο αναφοράς των βασικών στατιστικών. Έχει λοιπόν αλλάξει σε μεγάλο βαθμό.
- **Κεφάλαιο 3 (IBM SPSS):** Δεν υπάρχουν δραματικές αλλαγές.
- **Κεφάλαιο 4 (Γραφήματα):** Μετακίνησα τη συζήτηση για τις ακραίες τιμές στο Κεφάλαιο 5 και έτσι έπρεπε να ξαναγράψω ένα από τα παραδείγματα. Τώρα έχω συμπεριλάβει και τις πυραμίδες του πληθυσμού.
- **Κεφάλαιο 5 (Προϋποθέσεις):** Αυτό το κεφάλαιο το άλλαξα εντελώς. Εξακολουθεί να αναφέρεται στις προϋποθέσεις, αλλά προσπάθησα να εξηγήσω πότε έχουν σημασία και τι μεροληψία δημιουργεί η παραβίασή τους. Αντί να ασχοληθώ εξειδικευμένα με αυτές σε κάθε κεφάλαιο, επειδή όλα όσα αναφέρονται στο βιβλίο είναι στο πλαίσιο των γραμμικών μοντέλων, αναλύω τις προϋποθέσεις των στατιστικών ελέγχων στα γραμμικά μοντέλα γενικά. Συνεπώς, όσα αναφέρω στο κεφάλαιο αυτό αφορούν και τα επιμέρους κεφάλαια. Επίσης αναφέρομαι σε άλλες πηγές μεροληψίας, όπως οι ακραίες τιμές (οι οποίες ήταν διασκορπισμένες σε άλλα κεφάλαια).
- **Κεφάλαιο 6 (Μη παραμετρικά μοντέλα):** Αυτό είναι ένα πλήρως ανανεωμένο και ξαναγραμμένο κεφάλαιο. Στις προηγούμενες εκδόσεις ήταν προς το τέλος του βιβλίου, στην παρούσα όμως προκύπτει ως λογική συνέχεια του κεφαλαίου των παραδοχών.
- **Κεφάλαιο 7 (Συσχέτιση):** Δεν υπάρχουν δραματικές αλλαγές.
- **Κεφάλαιο 8 (Παλινδρόμηση):** Άλλαξα τη δομή αυτού του κεφαλαίου έτσι ώστε η συζήτηση της θεωρίας να είναι στην αρχή και τα παραδείγματα εφαρμογής της ανάλυσης με το SPSS στο τέλος. Επίσης μετακίνησα την ανάλυση παλινδρόμησης με κατηγορικές μεταβλητές στο Κεφάλαιο 10 και εμπλούτισα τη συζήτηση για την απλή και πολλαπλή παλινδρόμηση.
- **Κεφάλαιο 9 (Ελεγχος- $t$  ή  $t$ -test):** Στην προηγούμενη έκδοση χρησιμοποιούσα κάποια παραδείγματα με αράχνες, αλλά κάποιος μου έγραψε σε email ότι φρίκαρε. Έτσι κι εγώ άλλαξα το παράδειγμα με ένα άλλο που αναφέρεται σε κάποιους μανδύες που κάνουν τους ανθρώπους αόρατους. Ελπίζω να μη φρικάρει κανείς με αυτό το παράδειγμα. Άλλαξα επίσης τη δομή του κεφαλαίου διαχωρίζοντας τη θεωρία από την εφαρμογή.
- **Κεφάλαιο 10 (Ανάλυση διαμεσολάβησης και ανάλυση ρύθμισης):** Αυτό το κεφάλαιο είναι εντελώς καινούργιο.
- **Κεφάλαιο 11 (GLM 1):** Έδωσα μεγαλύτερη έμφαση στην ανάλυση διακύμανσης ως το γενικό γραμμικό μοντέλο, γιατί έτσι είναι ευκολότερη η κατανόηση των προϋποθέσεων και των πηγών

σφαλμάτων. Επίσης, μετακίνησα τα τεχνικά στοιχεία της ερμηνείας των αποτελεσμάτων του SPSS σε ένθετα, ώστε να μπορείτε να τα αγνοήσετε αν θέλετε.

- **Κεφάλαιο 12 (GLM 2):** Άλλαξα τη δομή αυτού του κεφαλαίου και ενσωμάτωσα μια συζήτηση σχετικά με το αν η συμμεταβολή πρέπει να είναι ανεξάρτητη από τη μεταβλητή πρόβλεψης.
- **Κεφάλαια 13-15 (GLM 3-5):** Τα κεφάλαια αυτά δεν έχουν αλλάξει πολύ. Άλλαξα τη δομή τους και έδωσα έμφαση στον τρόπο σκέψης που βασίζεται στα γραμμικά μοντέλα.
- **Κεφάλαιο 16 (Πολλαπλή ανάλυση διακύμανσης):** Μικρή επεξεργασία στο κεφάλαιο χωρίς πραγματικές αλλαγές στο περιεχόμενό του.
- **Κεφάλαιο 17 (Παραγοντική ανάλυση):** Πρόσθεσα λίγα στοιχεία θεωρίας, και έτσι η διάκριση μεταξύ της ανάλυσης κύριων συνιστωσών (Principal Component Analysis – PCA) και της παραγοντικής ανάλυσης (Factor Analysis – FA) έγινε ξεκάθαρη. Δεν επικεντρωθήκαμε πλέον στην PCA, αλλά στη FA. Επίσης επιμελήθηκα τις κουραστικές και επαναλαμβανόμενες μωρολογίες μου.
- **Κεφάλαια 18 και 19 (Κατηγορικά δεδομένα και λογιστική παλινδρόμηση):** Τα δύο αυτά κεφάλαια αναφέρονται σε κατηγορικά δεδομένα και γι' αυτόν το λόγο τα επεξεργάστηκα και τα τοποθέτησα μαζί. Το βασικό περιεχόμενο έμεινε το ίδιο.
- **Κεφάλαιο 20 (Ανάλυση πολυεπίπεδων μοντέλων):** Επιμελήθηκα τα κείμενα και τα επικαιροποίησα, αλλά μεγάλες αλλαγές δεν έγιναν.

## Καλό διάβασμα

Η πρώτη έκδοση αυτού του βιβλίου είναι το αποτέλεσμα μιας διετούς (με εξαίρεση κάποιες βδομάδες που χρειάστηκα για το διδακτορικό μου) προσπάθειας συγγραφής ενός βιβλίου στατιστικής που θα ήταν ευχάριστο στο διάβασμα. Σε κάθε νέα έκδοση προσπάθησα να μην κάνω μόνο κάποιες επιφανειακές αλλαγές, αλλά να ξαναγράψω και να βελτιώσω το καθετί (ένα από τα προβλήματα του να μεγαλώνεις είναι ότι κοιτάς τη δουλειά που έχεις κάνει παλιά και θεωρείς ότι μπορείς να κάνεις τα πράγματα καλύτερα τώρα). Αυτό το βιβλίο συμπυκνώνει κυριολεκτικά 15 χρόνια εμπειρίας ζωής, και κάθε email που λαμβάνω από κάποιον στον οποίο το βιβλίο αυτό έχει φανεί χρήσιμο, μου υπενθυμίζει ότι αυτό είναι το πιο χρήσιμο πράγμα που έχω κάνει στη ζωή μου. Ξεκίνησε και εξακολουθεί να είναι ένα έργο ζωής. Εξακολουθεί να έχει ατέλειες και μου αρέσει να έχω ανατροφοδότηση από ανθρώπους που ενδιαφέρονται όπως ΕΣΕΙΣ.

Andy



[www.facebook.com/profandyfield](http://www.facebook.com/profandyfield)



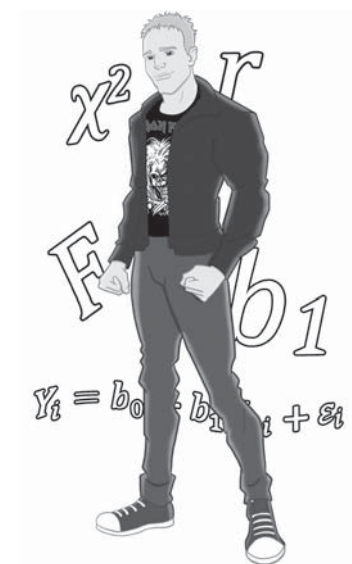
[@ProfAndyField](https://twitter.com/ProfAndyField)



[www.youtube.com/user/ProfAndyField](http://www.youtube.com/user/ProfAndyField)



[discoveringstatistics.blogspot.co.uk](http://discoveringstatistics.blogspot.co.uk)



# Πώς να χρησιμοποιήσετε αυτό το βιβλίο

Όταν οι εκδότες μου μου ζήτησαν να γράψω μια ενότητα με τίτλο «Πώς να χρησιμοποιήσετε αυτό το βιβλίο», μου ήρθε να γράψω: «Αγοράστε μια αντιρυτιδική κρέμα, αφού θα τη χρειαστείτε καθώς διαβάζοντάς το θα γερνάτε, βρείτε μια αναπαυτική πολυθρόνα, καθίστε, ανοίξτε την πρώτη σελίδα και διαβάστε μέχρι να φτάσετε στην τελευταία». Νομίζω, όμως, ότι οι εκδότες ήθελαν κάτι πιο πρακτικό.

## Τι γνωστικό υπόβαθρο χρειάζεστε;

Κατ' ουσίαν υποθέτω ότι δεν γνωρίζετε απολύτως τίποτα σχετικά με τη στατιστική, αλλά υποθέτω ότι: α) γνωρίζετε μερικά βασικά πράγματα για τους υπολογιστές (για παράδειγμα, δεν θα σας δείξω πώς να ανοίξετε και να κλείνετε τον υπολογιστή), β) κατανοείτε βασικές μαθηματικές πράξεις (αν και παραθέτοντας μια σύντομη υπενθύμισή τους στην πραγματικότητα δεν το υποθέτω καθόλου).

## Δυσκολεύουν τα κεφάλαια σταδιακά;

Λίγο πολύ αυτό ισχύει. Συγκεκριμένα τα κεφάλαια 1 έως και 9 απευθύνονται σε πρωτοετείς φοιτητές, τα κεφάλαια 8 έως και 15 σε πιο προχωρημένους φοιτητές, και τα κεφάλαια 16 έως και 20 σε αυτούς που επιθυμούν πιο εξειδικευμένη γνώση. Παρ' όλα αυτά στόχος μου είναι να σας δώσω μια συνολική εικόνα για τη στατιστική και όχι να προβληματιστώ για τον βαθμό δυσκολίας κάθε θέματος. Πολλά βιβλία στατιστικής αναφέρονται ξεχωριστά στους διάφορους στατιστικούς ελέγχους, χωρίς να μιλούν για τις ομοιότητες που έχουν, καλύπτοντάς τους έτσι με ένα περιττό πέπλο μυστηρίου. Οι περισσότεροι στατιστικοί έλεγχοι που αναλύονται είναι στην ουσία το ίδιο πράγμα, με κάποιες μικρές διαφοροποιήσεις. Θέλω το βιβλίο να σας δώσει πλήρη εικόνα του θέματος και θεωρώ ότι απαρτίζεται από τα εξής επτά μέρη:

- Μέρος 1ο (Διεξαγωγή έρευνας και εισαγωγή στα γραμμικά μοντέλα): Κεφάλαια 1-3
- Μέρος 2ο (Διερεύνηση δεδομένων): Κεφάλαια 4-6
- Μέρος 3ο (Γραμμικά μοντέλα με συνεχείς μεταβλητές πρόβλεψης): Κεφάλαια 7 και 8
- Μέρος 4ο (Γραμμικά μοντέλα με συνεχείς και κατηγορικές μεταβλητές πρόβλεψης): Κεφάλαια 9-15
- Μέρος 5ο (Γραμμικά μοντέλα με πολλαπλές επιλογές αποτελέσματος): Κεφάλαια 16-17
- Μέρος 6ο (Γραμμικά μοντέλα με κατηγορικές μεταβλητές αποτελέσματος): Κεφάλαια 18-19
- Μέρος 7ο (Γραμμικά μοντέλα με ιεραρχικές δομές δεδομένων): Κεφάλαιο 20

Η παραπάνω διάκριση της δομής ενδεχομένως να σας βοήθησε να καταλάβετε τον βαθμό της τρέλας μου. Αν όχι, έχω κωδικοποιήσει κάθε ενότητα με μία αριθμητική ένδειξη που εκφράζει τον βαθμό δυσκολίας της. Αυτό δεν σημαίνει ότι πρέπει να παραλείψετε τη μελέτη κάποιων ενοτήτων, αλλά σας ενημερώνει για το επίπεδο της γνώσης που θα κατακτάτε κάθε φορά. Συγκεκριμένα:

- ① **Επίπεδο αρχαρίου:** Ελπίζω ότι η μελέτη των ενοτήτων με αυτή την κωδικοποίηση θα σας βοηθήσει να κατανοήσετε τα θεμελιώδη στοιχεία της στατιστικής.
- ② **Μεσαίο επίπεδο:** Οποιοσδήποτε διαθέτει ένα θεμελιώδες υπόβαθρο στη στατιστική και θέλει να εμβαθύνει, πρέπει να ασχοληθεί με αυτές τις ενότητες.

- ③ **Μέσα στο μαύρο τούνελ:** Οι ενότητες αυτές είναι δύσκολες και θεωρώ ότι απευθύνονται σε προπτυχιακούς φοιτητές που ολοκληρώνουν τις σπουδές και σε εκείνους που ξεκινούν μεταπτυχιακές σπουδές.
- ④ **«Κάψτε» τον εγκέφαλό σας:** Οι ενότητες αυτές είναι ακόμη πιο δύσκολες. Απευθύνονται σε μεταπτυχιακούς φοιτητές με εμπειρία στην έρευνα, χωρίς όμως να είναι αδύνατον να τις κατανοήσει ένας καλός προπτυχιακός φοιτητής.

## Γιατί υπάρχουν παντού αστεία πρόσωπα;



**Μηράιαν ο σπαραξικάρδιος:** Ο Μηράιαν είναι ένας συμπαθητικός τύπος που έχει ερωτευτεί την τετραπέρατη Τζέιν. Τη βλέπει να περιφέρεται στο Πανεπιστήμιο και νιώθει ένα σφίξιμο στο στομάχι, ενώ ονειρεύεται να της περνά το δαχτυλίδι σε κάποια παραλία στη Χαβάη υπό τα βλέμματα φίλων και συγγενών. Η Τζέιν δεν ασχολείται μαζί του και αυτό τον πληγώνει. Οι φίλοι του του έχουν πει ότι θα την παντρευτεί μόνο αν γίνει ιδιοφυΐα στη στατιστική (και αν αλλάξει και το παρατσούκλι του). Γι' αυτό προσπαθεί να μάθει στατιστική. Αυτή είναι η μοναδική ελπίδα, αν θέλει να την εντυπωσιάσει και να ζήσει μαζί της για πάντα. Προς το παρόν δεν γνωρίζει τίποτα, αλλά είναι έτοιμος να μπαρκάρει σε ένα ταξίδι 960 σελίδων που θα τον πάει στη χώρα όπου κατοικούν οι ιδιοφυΐες της στατιστικής. Κατά τη διάρκεια του ταξιδιού πετάγεται και θέτει ερωτήσεις, ενώ στο τέλος κάθε κεφαλαίου κοκορεύεται στην Τζέιν για τις γνώσεις που κατέκτησε ελπίζοντας να καταφέρει να βγει ραντεβού μαζί της.



**Ο καθηγητής Κομφούζιος.** Ο μεγάλος φιλόσοφος Κομφούκιος είχε έναν λιγότερο γνωστό αδελφό, τον καθηγητή Κομφούζιο. Ο Κομφούζιος ζήλευε τον αδελφό του για τη σοφία και τη μετριοφροσύνη του και έτσι ορκίστηκε να προκαλέσει σύγχυση στον κόσμο. Έφτιαξε λοιπόν μια μηχανή σύγχυσης. Σε αυτήν εισάγει στατιστικούς όρους και τους εξάγει με διαφορετικά ονόματα, παρόλο που σημαίνουν το ίδιο. Ο καθηγητής Κομφούζιος θα σας ενημερώνει, λοιπόν, σε ποιους στατιστικούς όρους συμβαίνει αυτό.



**Το σκονάκι της Σαμ:** Η Σαμάνθα θεωρεί τη στατιστική χάσιμο χρόνου. Το μόνο που θέλει είναι να περάσει τις εξετάσεις και μετά να ξεχάσει τη στατιστική. Εάν λοιπόν ετοιμάζεστε για διαγώνισμα, η Σαμ θα είναι το σκονάκι σας, θα σας συνοψίσει αυτά που πρέπει να ξέρετε και δεν θα χάσετε χρόνο με τις εκατοντάδες ανόητες σελίδες του βιβλίου.



**Η περίεργη γάτα:** Πετάγεται και αυτή και κάνει ερωτήσεις γιατί... είναι περίεργη. Ο μόνος λόγος που βρίσκεται εδώ είναι γιατί ήθελα οπωσδήποτε να έχω μια γάτα στο βιβλίο – και κατά προτίμηση μια γάτα που να μοιάζει με τη δική μου. Βεβαίως οι ειδικοί της παιδαγωγικής θεωρούν ότι πρέπει να έχει έναν ρόλο, και ο ρόλος της είναι να είναι χαριτωμένη και να λείει διαρκώς αστεία για γάτες.



**Η τετραπέρατη Τζέιν:** Η Τζέιν είναι το πιο έξυπνο άτομο σε ολόκληρο το σύμπαν. Είναι η μετρέσα της στατιστικής και έχει αποκτήσει τεράστιες γνώσεις ρουφώντας τους εγκεφάλους μεγάλων στατιστικολόγων. Έτσι γνωρίζει όλα τα δύσκολα. Εμφανίζεται σε ειδικές παραπομπές για να σας δώσει ειδικευμένη γνώση (πληροφορίες) που αφορά το κυρίως κείμενο. Οι φίλοι της της λένε ότι κάποιος Μηράιαν είναι ερωτευμένος μαζί της, εκείνη όμως δεν τον ξέρει.



**Λένι ο εξερευνητής:** Ο Λένι είναι ένας εκκολαπτόμενος νεαρός επιστήμονας που τον συναρπάζει η έρευνα. Μου έχει πει: «Καλέ μου Andy, μου αρέσει το παράδειγμά σου σχετικά με τη χρήση του χελιού για την αντιμετώπιση της δυσκολιότητας, αλλά όλα τα παραδείγματά σου είναι φανταστικά. Χρειάζεσαι αληθινά παραδείγματα!». Γι' αυτόν το λόγο ο Λένι ξεκίνησε ένα ταξίδι σε όλο τον κόσμο για την αναζήτηση αληθινών δεδομένων. Πήγε σε πανεπιστήμια, στρίμωξε τους καθηγητές, απήγαγε τις οικογένειές τους, τους απείλησε ότι θα τους βασανίσει ανελήπτα αν δεν του δώσουν αληθινά δεδομένα. Κάποιοι ενέδωσαν. Έτσι, όταν βλέπετε τον Λένι, να ξέρετε ότι θα σας δώσει δεδομένα από πραγματικές έρευνες.



**Τα βιντεάκια του Όντιτι:** Ο Όντιτι πιστεύει ότι το μυστικό της ζωής είναι κρυμμένο στους αριθμούς, η ανάλυση των οποίων οδηγεί στην αποκάλυψή του. Δεν είχε τον χρόνο να εισαγάγει και να αναλύσει όλα τα δεδομένα του κόσμου, έτσι καθιέρωσε τη λατρεία των κρυμμένων αριθμητικών αληθειών. Η λατρεία στηρίζεται στην αρχή ότι, αν έβαζες ένα εκατομμύριο μαϊμούδες μπροστά σε μια γραφομηχανή, θα υπήρχε κάποια που θα έγραφε σαν τον Σαίξπηρ, οπότε και οι πιστοί της κάθονται μπροστά σε έναν υπολογιστή και πληκτρολογούν νούμερα πιστεύοντας ότι θα ανακαλύψουν το κρυμμένο νόημα της ζωής. Για τους πιστούς αυτούς ο Όντιτι έχει ετοιμάσει εκπαιδευτικά βιντεάκια και, κάθε φορά που θα τον βλέπετε, θα σας εκλιπαρεί να δείτε ένα από αυτά.



**Ο άλλος Όλιβερ του Ντίκενς:** Ας με συγχωρέσει ο Κάρολος Ντίκενς, αλλά και ο δικός μου Όλιβερ, όπως και ο δικός του στο περίφημο μυθιστόρημα, συνεχώς λέει: «Μπορώ να έχω λίγο ακόμη, κύριε;» Δεν μπορούμε να δυσαρεστήσουμε ένα μικρό, αδύνατο και άπλυτο παιδί του δρόμου σαν τον Όλιβερ. Όταν εμφανίζεται ο Όλιβερ, σας ενημερώνει ότι υπάρχουν επιπλέον πληροφορίες στη συνοδευτική ιστοσελίδα.



**Ο βοηθός του κακού ξωτικού:** Το κακό ξωτικό είναι ένα πλάσμα πολυάσχολο: πρέπει να ρίχνει λάδι στις φωτιές, να κοροϊδεύει και να ξεγελάει πολλούς, για να μην αναφερθούμε στην προσπάθειά του να εμπνέει τον κόσμο για να γράφει μουσική black metal. Πού χρόνος λοιπόν για στατιστικές αναλύσεις, και αυτό το στενοχωρεί πολύ. Έτσι έχει έναν βοηθό που συνεχώς αναλύει τα δεδομένα με το IBM SPSS. Συνεπώς, ξέρει αρκετά πράγματα για το στατιστικό αυτό πακέτο. Όταν τον βλέπετε, θα σας δίνει συμβουλές για το SPSS.



**Ο έξυπνος Άλεξ:** Ο Άλεξ είναι ένας πολύ σημαντικός χαρακτήρας, γιατί εμφανίζεται όταν τα πράγματα γίνονται δύσκολα. Εμφανίζεται για να σας διευκρινίσει δύσκολα σημεία ή για να σας πληροφορήσει ότι τα δύσκολα τελείωσαν. Εμφανίζεται όμως και στο τέλος κάθε κεφαλαίου, για να σας βάλει ασκήσεις και να δει αν είστε εξίσου έξυπνοι με αυτόν.



## Γιατί υπάρχουν οι κωδικοί QR

**MobileStudy:** Οι κωδικοί ταχείας απόκρισης (QR) αφορούν έναν άλλο κόσμο, τον κόσμο των κβάντα. Από τη στιγμή που θα εγκαταστήσετε στο κινητό σας τηλέφωνο (γενιάς smart phone) ή στο tablet το πρόγραμμα ανάγνωσης αυτών των κωδικών, θα βρεθείτε στον θαυμαστό κόσμο των κβάντα. Εκεί ο χρόνος τρέχει ανάποδα, η βροχή δεν πέφτει αλλά πηγαίνει προς τα πάνω, και η στατιστική είναι ευχάριστη. Σαρώνοντας τον κωδικό με το κινητό ή το tablet έχετε πρόσβαση σε συνεχώς νέο υλικό για να «φρεσκάρετε» τις γνώσεις σας, όπως εισαγωγικά κείμενα κεφαλαίων, τα σκονάκια της Σαμ, διαδραστικές ερωτήσεις πολλαπλών επιλογών και πολλά ακόμη. Μην ξεχάσετε λοιπόν να προσθέσετε στα αγαπημένα σας το **MobileStudy** και θα μπορείτε να διαβάσετε ακόμη και στην τουαλέτα.

MobileStudy



## Τι υπάρχει στην ιστοσελίδα που συνοδεύει το βιβλίο

Στην εποχή του διαδικτύου τα CD-ROM έχουν πεθάνει (ή, όπως μου λένε τα παιδιά, είναι απλώς για τους αποτυχημένους). Οι άνθρωποι πλέον απλώς φορτώνουν τα αρχεία. Γι' αυτόν το λόγο και εγώ τοποθέτησα το δικό μου «κέρας της Αμάλθειας» με επιπλέον υλικό στον παγκόσμιο ιστό! Για να μπειτε στον δικό μου κόσμο της απόλαυσης, πληκτρολογήστε [www.sagepub.co.uk/field4e](http://www.sagepub.co.uk/field4e). Η ιστοσελίδα περιέχει επιπλέον υλικό για καθηγητές και φοιτητές. Συγκεκριμένα:

- **Τράπεζα ασκήσεων:** Υπάρχει μια αναλυτική τράπεζα με ασκήσεις μαθηματικών και ασκήσεις πολλαπλών επιλογών που μπορούν οι δάσκαλοι να χρησιμοποιήσουν με δύο τρόπους: 1) είτε

ανεβάζοντας στο δικό τους σύστημα online διδασκαλίας τις υπάρχουσες ασκήσεις, που καλύπτουν πολλά γνωστικά αντικείμενα, 2) είτε αξιοποιώντας την τράπεζα με τη βοήθεια του διαδικτυακού διδακτικού εργαλείου WebAssign®, για να διαμορφώσουν τις εργασίες που θα εκπονήσουν οι φοιτητές, αλλά και την εξεταστέα ύλη του μαθήματος. Το ίδιο το εργαλείο WebAssign® παρέχει ανατροφοδότηση και στον φοιτητή παραθέτοντάς του τη σωστή απάντηση, ενώ ταυτόχρονα του δίνει πρόσβαση στην ηλεκτρονική έκδοση του βιβλίου για περαιτέρω εμβάθυνση και μελέτη.

- **Αρχεία δεδομένων:** Χρειάζεστε δεδομένα για να μελετήσετε τα παραδείγματα, και αυτά βρίσκονται στην ιστοσελίδα.
- **Πηγές από διαφορετικά γνωστικά πεδία:** Είμαι ψυχολόγος και, παρ' ότι προσπαθώ να έχω παράξενα και ευχάριστα παραδείγματα από την πραγματική ζωή, όταν μου τελειώνουν επανέρχομαι στα παραδείγματα της ψυχολογίας. Κατανοώ ότι δεν έχουν όλοι τον ίδιο προσανατολισμό με μένα και έτσι οι εκδότες μου απευθύνθηκαν και σε άλλους επιστήμονες. Έτσι προέκυψαν ασκήσεις, αρχεία και παραδείγματα από την έρευνα στα πεδία της διοίκησης επιχειρήσεων, της εκπαίδευσης, του αθλητισμού και της υγείας. Δεν μπορείτε να φανταστείτε τη χαρά μου που δεν χρειάστηκε να τα γράψω εγώ όλα αυτά.
- **Webcast:** Κάθε φορά που θα βλέπετε τον Όντιτι μέσα στο βιβλίο, θα καταλαβαίνετε ότι υπάρχει ένα βίντεο που συνοδεύει το κεφάλαιο. Το βίντεο αυτό είναι αναρτημένο στο κανάλι μου στο YouTube ([www.youtube.com/user/ProfAndyField](http://www.youtube.com/user/ProfAndyField)), το οποίο το αποκαλώ μ-Tube. Μπορείτε όμως να τα δείτε και μέσα από την ιστοσελίδα.
- **Ασκήσεις αυτοαξιολόγησης πολλαπλών επιλογών:** Οργανωμένες ανά κεφάλαιο, θα σας επιτρέψουν να δείτε αν θα ανταμειφθείτε για τον χρόνο που σπαταλήσατε σε αυτό το βιβλίο, κάνοντάς σας να πάτε με έναν αέρα αυτοπεποίθησης στις εξετάσεις. Τώρα, αν αποτύχετε, μη μου κάνετε και μήνυση.
- **Γλωσσάρι σε ψηφιακή μορφή:** Οι εκδότες μου επέμεναν ότι το γλωσσάρι που υπάρχει στην έντυπη μορφή του βιβλίου δεν είναι αρκετό και ότι πρέπει να υπάρχει και σε ψηφιακή μορφή.
- **Το δισάκι του Όλιβερ:** Το δισάκι του Όλιβερ θα σας τραβήξει την προσοχή με 300 επιπλέον σελίδες τεχνικών πληροφοριών που υπάρχουν σε ψηφιακή μορφή ώστε: α) να μην υποφέρει ο πλανήτης με τη σπατάλη χαρτιού β) να είναι λιγότερο βαρύ το βιβλίο και να μη σας σκοτώσει αν τυχόν σας πέσει στο κεφάλι.
- **Οι λύσεις του Λένι του εξερευνητή:** Για όλες τις εργασίες του Λένι υπάρχουν πλήρεις απαντήσεις στην ιστοσελίδα.
- **Οι απαντήσεις του έξυπνου Άλεξ:** Κάθε κεφάλαιο ολοκληρώνεται με μια σειρά δραστηριοτήτων ή ασκήσεων. Στην ιστοσελίδα θα βρείτε τις απαντήσεις σε 300 σελίδες (διαφορετικές από τις 300 του Όλιβερ). Θα σταματήσω κάποτε να γράφω;
- **Διαφάνειες PowerPoint:** Δεν μπορώ βέβαια να σας κάνω ιδιαίτερο μάθημα (αν και μπορείτε να παρακολουθήσετε τις διαλέξεις μου στο YouTube). Αντ' αυτού καλλιέργησα στο θερμοκήπιο μου μια άριστη ομάδα από καθηγητές με εξαιρετικά υψηλές δεξιότητες και μοναδική ευφυΐα. Τους έδωσα μάλιστα και διαφάνειες PowerPoint για κάθε κεφάλαιο. Αν δείτε τίποτα παράξενο στις διαφάνειές τους, θυμηθείτε ότι εγώ ευθύνομαι γι' αυτό.
- **Διαδικτυακοί σύνδεσμοι:** Κάθε ιστοσελίδα έχει συνδέσμους που παραπέμπουν σε άλλες χρήσιμες ιστοσελίδες. Η παρούσα δεν αποτελεί εξαίρεση.
- **Κυβερνοσουλήκια γνώσης:** Έχω αξιοποιήσει τη νανοτεχνολογία και κατασκεύασα κυβερνοσουλήκια γνώσης, που μέσω της σύνδεσής σας διεισδύουν στον υπολογιστή σας και από τις θύρες USB διαχέονται στην ατμόσφαιρα και εισχωρούν στον εγκέφαλό σας. Εκεί αναδιατάσσουν τους νευρώνες σας έτσι ώστε να κατανοείτε τη στατιστική. Δεν με πιστεύετε, ε; Λοιπόν, δεν θα το μάθετε ποτέ, αν δεν επισκεφθείτε την ιστοσελίδα...

Απολαύστε τη μελέτη σας, και μην αφήνετε το Facebook ή το Twitter να σας αποσπούν την προσοχή.



# Ευχαριστίες

Αυτό το βιβλίο (και όλες οι εκδόσεις του για τα SPSS, SAS και R) δεν θα είχε υπάρξει χωρίς την αδικαιολόγητη πίστη του Dan Wright στις ικανότητες ενός μεταπτυχιακού φοιτητή. Εκατοντάδες άτομα έχουν συνεισφέρει στις διάφορες εκδόσεις του βιβλίου. Δεν υπάρχει ο χώρος για να τους αναφέρω όλους, αλλά ειδικά, και πάλι χάρης στον Dan, θέλω να ευχαριστήσω τους David Hitchin, Laura Murray, Gareth Williams, Lynne Slocombe και Kate Lester για τη συμβολή τους στις διάφορες εκδόσεις του κειμένου. Για την παρούσα έκδοση θέλω να ευχαριστήσω όσους μου έστειλαν χρήσιμες σκέψεις με email, και ειδικότερα τη Maria de Ridder και τον Thom Baguley.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω επίσης στον Jeremy Miles για τη βοήθειά του σε όλες τις εκδόσεις του βιβλίου όλα αυτά τα χρόνια. Η αλήθεια είναι ότι μου τα έψελνε πολλές φορές γι' αυτά που έγραφα. Ωστόσο, η συνεργασία μαζί του στις εκδόσεις SAS και R με επηρέασε πολύ. Είναι κατά τα άλλα πολύ ευχάριστος άνθρωπος (αν εξαιρέσουμε βέβαια τις στιγμές που μου τα «ψέλνει»...)

Ευχαριστώ και τους παρακάτω για τα ανεπεξέργαστα δεδομένα που μου διέθεσαν. Είναι τιμή για μένα να χρησιμοποιώ τα στοιχεία των ερευνών τους: Rebecca Ang, Philippe Bernard, Hakan Cetinkaya, Tomas Chamorro-Premuzic, Graham Davey, Mike Domjan, Gordon Gallup, Nicolas Guéguen, Sarah Johns, Eric Lacourse, Nate Lambert, Sarah Marzillier, Karlijn Massar, Geoffrey Miller, Peter Muris, Laura Nichols, Nick Perham, Achim Schützwohl, Mirjam Tuk, και Lara Zibarras.

Ευχαριστώ επίσης όλους όσους έγραψαν καλές κριτικές και σχόλια σε διάφορες ιστοσελίδες (όπως της Amazon) και πιστεύω ότι η επιτυχία του βιβλίου στηρίζεται σε μεγάλο βαθμό στα θετικά και εποικοδομητικά τους σχόλια. Ευχαριστώ επίσης όσους συνεισφέρουν με τον ενθουσιασμό τους στο Facebook. Πολλές φορές, όσο ασχολιόμουν με αυτή την έκδοση, ένιωσα τον ενθουσιασμό μου να με εγκαταλείπει, αλλά τα θετικά συναισθήματα των αναγνωστών μου έδιναν δύναμη να συνεχίσω. Εξακολουθώ να αισθάνομαι έκπληξη και ευγνωμοσύνη για τα καλά λόγια των αναγνωστών σχετικά με το βιβλίο αυτό.

Υπάρχουν και κάποιιοι που έχουν συνεισφέρει με έμμεσο τρόπο. Από πολύ νωρίς στην καριέρα μου ο Graham Hole με έκανε να συνειδητοποιήσω ότι η διδασκαλία των μεθόδων έρευνας δεν είναι απαραίτητως βαρετή. Διαμόρφωσα τον τρόπο της διδασκαλίας μου κλέβοντας ιδέες του, και ευτυχώς δεν μου τις ζήτησε πίσω. Αποτελεί ένα σπάνιο φαινόμενο ευφυούς, ευχάριστου και διασκεδαστικού ανθρώπου.

Αυτό το βιβλίο δεν θα υπήρχε χωρίς την απλόχερη βοήθεια της IBM, η οποία μου επέτρεψε να κάνω πιλοτικό έλεγχο (beta-test) του λογισμικού και με ενημερώνει για τις νέες εκδόσεις του. Έγραψα την έκδοση αυτή σε έναν υπολογιστή Mac, αλλά χρησιμοποίησα το λογισμικό Windows για τη διαφύλαξη εικόνων οθόνης (screen shots). Τα Mac και Mac OS είναι σήματα κατατεθέντα της Apple Inc., ενώ τα Windows της Microsoft Corporation, στις ΗΠΑ και αλλού. Ευχαριστώ την Jess Knott της TechSmith ([www.techsmith.com](http://www.techsmith.com)) που με βοήθησε με το λογισμικό Camtasia (με το οποίο κατέγραψα τα διαδικτυακά μου βίντεο webcast) και το Snagit (με το οποίο αποθήκευσα τις εικόνες οθόνης από τον Mac μου), και η οποία αποκατέστησε τα παλιά μου βίντεο. Τα διαγράμματα ροής και τα απλά διαγράμματα τα δημιούργησα με το Omnigraffle ([www.omnigroup.com](http://www.omnigroup.com)). Παρ' ότι δεν είναι δείγμα υγείας να αγαπάς ένα λογισμικό, εγώ αγαπώ το Omnigraffle και αν ποτέ συναντήσω τους δημιουργούς του θα τους κεράσω μπίρα – και μάλιστα άφθονη.

Οι εκδότες μου διατηρούν μια μεγάλη και πετυχημένη επιχείρηση, τη Sage, στην οποία επικρατεί οικογενειακή ατμόσφαιρα. Όπως σε όλες τις οικογένειες, δεν συμφωνούμε πάντα μεταξύ μας και

κάποιες φορές εξοργίζουμε ο ένας τον άλλο, αλλά δεν μπορούμε να ζήσουμε ο ένας χωρίς τον άλλο. Με γενναιοδωρία συγχρηματοδότησαν την προσπάθεια της συζύγου μου να αναβαθμίσει το ψηφιακό υλικό του βιβλίου που είναι αναρτημένο στο διαδίκτυο. Τον Mike, τον επιμελητή μου, τον βασάνισα με τα κείμενά μου (τι περίμενε, άλλωστε, αφού υποστηρίζει την Tottenham!), αλλά εκτιμώ τον ενθουσιασμό του και την υποστήριξη που μου παρείχε. Ευχαριστώ όλους στη Sage, αλλά κυρίως τον Ian, την Karen (που υποστηρίζουν μια σοβαρή ποδοσφαιρική ομάδα) και τον Ziyad (που δεν έχει ιδέα από ποδόσφαιρο) για τη βοήθεια και την υποστήριξή τους επί σειρά ετών.

Το βιβλίο είναι διανθισμένο με χαρακτήρες (αστεία πρόσωπα) που δεν τα ζωγράφισα εγώ. Όσα διασώθηκαν από την προηγούμενη έκδοση το οφείλουν στον Alex Lee. Ευχαριστώ ιδιαίτερα τη Laura-Jane από την Anelina Illustrations ([www.anelinaillustrations.com](http://www.anelinaillustrations.com)) για τον σχεδιασμό του καθηγητή Κομφούζιου και του Όντιτι.

Όταν γράφω, ακούω μουσική. Σε αυτή την έκδοση κατά κύριο λόγο απόλαυσα (οι γείτονές μου λιγότερο) τους εξής: Absu, Anathema, Anthrax, Animals as Leaders, Audrey Horne, The Beyond, Black Breath, Black Tusk, Black Sabbath, Blue Öyster Cult, Blut Aus Nord, Deathspell Omega, Deep Purple, Foo Fighters, Genesis, Graveyard, Ihsahn, Iron Maiden, Jethro Tull, Kiss, Manowar, Marillion, Meshuggah (πολύ), Metallica, Mastodon, Motörhead, Opeth (πολύ), Primal Rock Rebellion, Rainbow, Rush, Secrets of the Moon, Status Quo, Steve Wilson, Storm Corrosion, Sylosis, Torche, Uriah Heep, Watain και Wolves in the Throne Room.

Το να γράφεις ένα βιβλίο απαιτεί πολλές μοναχικές ώρες δακτυλογράφησης. Χωρίς κάποιους καλούς φίλους που πότε πότε με τραβούσαν να βγω από το σπίτι, θα είχα γίνει περισσότερο φυτό από όσο ήδη είμαι. Ο Peter Murrís, η Brigit Mayer και ειδικά η Leonora Wilkinson με βοήθησαν πολύ στη διάρκεια της συγγραφής αυτής της έκδοσης. Τόσο για την παρούσα έκδοση όσο και για τις προηγούμενες, νιώθω βαθιά ευγνωμοσύνη για τους Graham Davey, Ben Dyson, Marin Watts, Sam Cartwright-Hatton, Mark Franklin και τις οικογένειές τους που μου υπενθύμιζαν ότι υπάρχουν και άλλα σημαντικά πράγματα στη ζωή. Ευχαριστώ επίσης τους απόλυτα υποστηρικτικούς και πολυαγαπημένους μου γονείς και τους αδελφούς μου Doug Martin και Rob Mepham, που τους ξεκούφανα με τα ντραμς μου ([www.myspace.com/fracturepattern](http://www.myspace.com/fracturepattern)). Έχω γίνει και θείος, οπότε ευχαριστώ τη μικρούλα, χαριτωμένη Melody.

Για κάποιον που έχει αφιερώσει τη ζωή του στο γράψιμο, είναι παράξενο να μη βρίσκει τις κατάλληλες λέξεις για να εκφράσει πόσο υπέροχη είναι η γυναίκα του, Zoë. Είναι μια ανεξάντλητη πηγή υπομονής, αγάπης, υποστήριξης και αισιοδοξίας (ακόμη και όταν ο άντρας της είναι κατσούφης, ξενυχτισμένος και χωρίς αυτοπεποίθηση). Και σαν να μην έφτανε αυτό, είχε τη μερίδα του λέοντος στην ανανέωση του ψηφιακού συνοδευτικού υλικού και στην επεξεργασία των εικόνων οθόνης (screen shots). Δεν θα ξεχάσω ποτέ πόσο τυχερός είμαι.

Ευχαριστώ τα παρακάτω άτομα για τη συμβολή τους στην 4η έκδοση:

Mahmood Ali, University of Greenwich  
 Rory Allen, Goldsmiths, University of London  
 Rob Angell, University of Cardiff  
 Derek Ashford, Manchester Metropolitan University  
 Chris Askew, Kingston University  
 Mirjam Baars, University of Amsterdam  
 Theodoros Bampouras, University of Cumbria  
 Kirsten Bartlett, Sheffield Hallam University  
 Roger Bennett, London Metropolitan University  
 Kanishka Bhattacharya, Oxford University  
 Kate Black, University of Chester  
 Ian Boardley, University of Birmingham  
 Nicola Brown, St Mary's University College  
 Douglas Bryson, ESC Rennes School of Business  
 Hannah Buchanan-Smith, University of Stirling  
 Louise Bunce, London Metropolitan University  
 Scott Burnet, Southampton Solent University  
 Robert Busching, University of Potsdam  
 Katherine Cagney, Waterford Institute of Technology  
 Ian Charity, Newcastle Business School  
 Sam Chenery-Morris, University Campus Suffolk  
 I-Chant Chiang, Quest University Canada  
 Nikki Coghill, University of Bristol  
 Graham Cookson, King's College London  
 Julie Davies, Bangor University  
 Matthew Davis, University of Leeds  
 Rutger de Graaf, University of Amsterdam  
 Peter de Waal, Utrecht University  
 Pedro Dias, Catholic University of Portugal  
 Gerlof Donga, Hogeschool van Amsterdam  
 Michelle Ellefson, University of Cambridge  
 Chris Fife-Schaw, University of Surrey  
 Liam Foster, University of Sheffield  
 Pauline Fox, University of West London  
 Robert Francis, King's College London  
 Benjamin Gardner, University College London  
 Lise Georgeson, St Mary's University College  
 Elisabeth Gotze, Vienna University of Economics and Business  
 Martijn Goudbeek, Tilburg University  
 Hannah Greatwood, Leeds Metropolitan University  
 Suzanne Hacking, University of Central Lancashire  
 Sebastian Hagen, University of Leipzig  
 Carol Haigh, Manchester Metropolitan University  
 Julie Hall, Birmingham City University  
 Karen Hambly, University of Kent  
 Karolina Hansen, Friedrich Schiller University Jena  
 Azmi Hassali, Universiti Sains Malaysia  
 Erica Hepper, University of Southampton  
 Beryl Hilberink-Schulpen, Radboud University Nijmegen  
 Henriette Hogh, University of Surrey  
 Lee Hulbert-Williams, University of Wolverhampton  
 Gerry Humphris, University of St Andrews  
 Martyn Jarvis, University of Glamorgan  
 Domhnall Jennings, Newcastle University  
 Paul Jepson, University of Birmingham  
 Stephen Johnston, Swansea University  
 Marie Juanchich, Kingston University  
 Serdar Karabati, Bilgi University  
 Roshni Khatri, University of Northampton  
 Paul Kiff, University of East London  
 Thomas Koch, LMU Munich  
 Wolfgang Kotowski, University of Zurich  
 Wander Lowie, University of Groningen  
 Ruth Lowry, University of Chichester  
 John Mallett, University of Ulster  
 Chris Mamo, Cork Institute of Technology  
 Irene Manaras, University of Hertfordshire  
 Anne Manyande, University of West London  
 Jesse Martin, Bangor University  
 Carla Martins, University of Minho  
 Paul McCarthy, Glasgow Caledonian University  
 Philip McDonald, Leeds Trinity University College  
 Margaret McGrath, National University of Ireland, Galway  
 Gary Mckenna, University of the West of Scotland  
 Alistair McMillan, University of Sheffield  
 Juanjo Medina, University of Manchester  
 Remo Mombarg, Hanze University of Applied Sciences, Groningen  
 Maria Mos, Tilburg University  
 Eyob Mulat-Weldemeskel, London Metropolitan University  
 Drew Munn, University of Northampton  
 Tony Myers, Newman University College  
 Rich Neil, Cardiff Metropolitan University  
 Dennis Nigbur, Canterbury Christ Church University  
 Louis Passfield, University of Kent  
 Monique Pollmann, Tilburg University  
 Michelle Pyer, University of Northampton  
 Shahid Qureshi, Institute of Business Administration, Karachi  
 Eric Rietzschel, University of Groningen  
 Claire-Marie Roberts, University of Worcester  
 Janet Robertson, Lancaster University  
 Petros Roussos, University of Athens  
 Tom Scherndl, University of Salzburg  
 Kim Schildkamp, University of Twente  
 Shivani Sharma, University of Hertfordshire  
 Luke Sloan, Cardiff University  
 Sandrino Smeets, Radboud University Nijmegen  
 Andy Smith, Leeds Metropolitan University  
 Martin Southam, Canterbury Christ Church University  
 Adrian Thompson, University of Birmingham  
 Jayne Tidd, Teesside University  
 Alastair Tomlinson, Cardiff Metropolitan University  
 Alison Tresidder, University of Bedfordshire  
 Ivo van der Lans, Wageningen University  
 Frans Van der Slik, Radboud University Nijmegen  
 Marcel van Egmond, University of Amsterdam  
 Nel Verhoeven, University College Roosevelt Academy  
 Paresch Wankhade, Liverpool Hope University  
 Maggie Whittaker, University of Essex  
 Bob Williams, Durham University

# Σύμβολα που χρησιμοποιούνται στο βιβλίο

## Μαθηματικοί τελεστές

$\Sigma$	Αυτό το σύμβολο καλείται Σίγμα και σημαίνει «άθροισμα». Έτσι, όταν δείτε κάτι σαν $\Sigma x_i$ σημαίνει «πρόσθεσε όλες τις τιμές που έχεις συγκεντρώσει».
$\Pi$	Αυτό το σύμβολο αντιπροσωπεύει τον πολλαπλασιασμό. Έτσι, όταν δείτε κάτι σαν $\Pi x_i$ πολλαπλασιάστε όλες τις τιμές που έχετε συγκεντρώσει.
$\sqrt{x}$	Αυτό το σύμβολο σημαίνει «υπολόγισε την τετραγωνική ρίζα του x».

## Ελληνικά σύμβολα

$\alpha$	Η πιθανότητα να κάνεις λάθος τύπου I
$\beta$	Η πιθανότητα να κάνεις λάθος τύπου II
$\beta_i$	Κανονικοποιημένος συντελεστής παλινδρόμησης
$\epsilon$	Συνήθως συμβολίζει το σφάλμα
$\eta^2$	Έτα τετράγωνο
$\mu$	Η μέση τιμή ενός πληθυσμού αποτελεσμάτων
$\rho$	Η συσχέτιση σε έναν πληθυσμό
$\sigma$	Τυπική απόκλιση στα δεδομένα ενός πληθυσμού
$\sigma^2$	Η διακύμανση στα δεδομένα ενός πληθυσμού
$\sigma_{\bar{x}}$	Το τυπικό σφάλμα της μέσης τιμής
$\tau$	Ο συντελεστής συσχέτισης ταυ του Kendall
$\chi^2$	Έλεγχος χι τετράγωνο
$\chi_F^2$	Ο στατιστικός έλεγχος ANOVA του Friedman
$\omega^2$	Δείκτης ωμέγα τετράγωνο

## Αγγλικά σύμβολα

$b_i$	Συντελεστής παλινδρόμησης (μη κανονικοποιημένος). Το σύμβολο αυτό το χρησιμοποιώ για κάθε συντελεστή σε ένα γραμμικό μοντέλο
$df$	Βαθμοί ελευθερίας
$e_i$	Το σφάλμα που σχετίζεται με το $i$ άτομο
$F$	Ο λόγος $F$
$H$	Έλεγχος Kruskal-Wallis

$K$	Ο αριθμός των επιπέδων μιας μεταβλητής (για παράδειγμα, ο αριθμός των συνθηκών αγωγής) ή ο αριθμός των μεταβλητών πρόβλεψης σε ένα μοντέλο παλινδρόμησης
$\ln$	Φυσικός λογάριθμος
$MS$	Η μέση μεταβλητότητα στα δεδομένα
$N, n, n_i$	Το μέγεθος του δείγματος. Με $N$ συμβολίζεται το συνολικό δείγμα ενώ με $n$ το μέγεθος μιας μικρότερης ομάδας του δείγματος
$p$	Πιθανότητα (η τιμή πιθανότητας, $p$ -value, ή η σημαντικότητα ενός ελέγχου συμβολίζεται συνήθως με $p$ )
$r$	Ο συντελεστής συσχέτισης Pearson
$r_s$	Ο συντελεστής συσχέτισης των βαθμών του Spearman
$r_b, r_{pb}$	Διασειριακός συντελεστής συσχέτισης και συντελεστής σημειακής διασειριακής συσχέτισης
$R$	Ο συντελεστής πολλαπλής συσχέτισης
$R^2$	Ο συντελεστής προσδιορισμού
$s$	Η τυπική απόκλιση των δεδομένων ενός δείγματος
$s^2$	Η διακύμανση των δεδομένων ενός δείγματος
$SS$	Το άθροισμα των τετραγώνων ή το άθροισμα των τετραγώνων των σφαλμάτων
$SS_A$	Το άθροισμα των τετραγώνων για μια μεταβλητή A
$SS_M$	Το άθροισμα των τετραγώνων του μοντέλου (π.χ. η διασπορά που ερμηνεύεται από το μοντέλο που προσαρμόζεται στα δεδομένα)
$SS_R$	Το άθροισμα των τετραγώνων των καταλοίπων (π.χ. η διασπορά η οποία δεν μπορεί να ερμηνευτεί από το μοντέλο – το σφάλμα του μοντέλου)
$SS_T$	Το συνολικό άθροισμα των τετραγώνων (π.χ. η συνολική διακύμανση εντός των ομάδων)
$t$	Η στατιστική συνάρτηση Student $t$
$T$	Ο έλεγχος Wilcoxon για εξαρτημένα
$U$	Ο έλεγχος Mann-Whitney
$W_s$	Έλεγχος Wilcoxon ή Βαθμολογικός έλεγχος Wilcoxon
$\bar{X}$	Η μέση τιμή των αποτελεσμάτων ενός δείγματος
$z$	Παρατήρηση-σημείο που εκφράζεται σε μονάδες τυπικής απόκλισης

## Λίγα μαθηματικά

**Δύο αρνήσεις κάνουν μια κατάφαση.** Παρ' ότι στην πραγματική ζωή δύο λάθη δεν κάνουν ένα σωστό, στα μαθηματικά όταν πολλαπλασιάζουμε δύο αρνητικούς αριθμούς έχουμε ως αποτέλεσμα έναν θετικό. Π.χ.  $-2 \times -4 = 8$

**Ο πολλαπλασιασμός ενός αρνητικού αριθμού με έναν θετικό δίνει αρνητικό αριθμό.** Για παράδειγμα  $2 \times -4 = -8$  και  $-2 \times 6 = -12$

Η σειρά των μαθηματικών πράξεων. Οι μαθηματικές πράξεις μέσα σε μια εξίσωση γίνονται με την εξής σειρά α) παρενθέσεις, β) δυνάμεις ή ρίζες, γ) πολλαπλασιασμός, δ) διαίρεση ε) πρόσθεση και στ) αφαίρεση. Για παράδειγμα, πόσο κάνει  $1 + 3 \times 5^2$ ; Επειδή δεν υπάρχουν παρενθέσεις, προχωράμε στον υπολογισμό του  $5^2$ , που κάνει 25. Στη συνέχεια υπολογίζουμε  $3 \times 25 = 75$ . Τέλος,  $1 + 75 = 76$ . Αν η εξίσωση όμως ήταν  $(1 + 3) \times 5^2$ , τότε αρχικά θα υπολογίζαμε το  $(1 + 3) = 4$ . Στη συνέχεια προχωράμε στον υπολογισμό του  $5^2$ , που κάνει 25. Τέλος, υπολογίζουμε το  $4 \times 25$ , που ισούται με 100.



# Γιατί ο απαιτητικός καθηγητής σας πιέζει να μάθετε στατιστική;

# 1



**ΕΙΚΟΝΑ 1.1**

Όταν μεγαλώσω, μη με αφήσετε να γίνω καθηγητής στατιστικής, σας παρακαλώ

## 1.1. Τι θα μάθουμε στο κεφάλαιο αυτό; ①

Γεννήθηκα στις 21 Ιουνίου του 1973. Όπως όλοι οι άνθρωποι, δεν θυμάμαι τίποτα από τα πρώτα χρόνια της ζωής μου και, όπως όλα τα μικρά παιδιά που μόλις έχουν μάθει να μιλούν, πέρασα μια περίοδο που εκνεύριζα τον πατέρα μου ρωτώντας τον κάθε πέντε δευτερόλεπτα: «Μπαμπά, γιατί ο ουρανός είναι γαλάζιος; Μπαμπά, γιατί τα σκουλήκια δεν έχουν πόδια; Μπαμπαασά, πώς γεννιούνται τα παιδιά;» Τελικά ο πατέρας μου δεν άντεξε και με χτύπησε κατά λάθος στο πρόσωπο με το μπαστούνι του γκολφ.<sup>1</sup>

Ο καταιγισμός των ερωτήσεων αντανακλά τη φυσική περιέργεια των μικρών παιδιών. Φαίνεται ότι ξεκινάμε τη ζωή μας ως μικροί επιστήμονες. Σε ηλικία τριών ετών βρέθηκα στο πάρτι ενός φίλου μου που, δυστυχώς για μένα, θα έφευγε σε λίγες μέρες με τους γονείς του για να εγκατασταθούν στη Νιγηρία. Ήταν μια ζεστή μέρα και στο δωμάτιο όπου γινόταν το πάρτι υπήρχε ένας μεγάλος ανεμιστήρας. Ο μικρός επιστήμονας που έκρυβα μέσα μου ασχολιόταν με ένα πολύ πειστικό πρόβλημα: «Τι θα γίνει αν βάλω το δάχτυλό μου στον ανεμιστήρα που γυρίζει;»<sup>2</sup> Η απάντηση ήταν ένας δυνατός πόνος. Στην ηλικία των τριών ετών ενστικτωδώς γνωρίζουμε ότι, για να έχουμε απαντήσεις στα ερωτήματά μας, οφείλουμε να συλλέξουμε δεδομένα, έστω και αν αυτό μερικές φορές κυριολεκτικά πονάει.

Η περιέργειά μου για τον κόσμο δεν με εγκατέλειψε ποτέ και γι' αυτό έγινα επιστήμονας. Το γε-

1. Έκανε προπόνηση στον κήπο όταν, χωρίς να το περιμένει, βρέθηκα πίσω του την ώρα που πραγματοποιούσε ένα χτύπημα. Είναι σπάνιο πράγμα να απολαμβάνουν οι γονείς το κλάμα των παιδιών τους, αλλά εκείνη τη μέρα ο πατέρας μου χάρηκε πραγματικά, γιατί το γοερό μου κλάμα ήταν η απόδειξη ότι ζούσα. Ευτυχώς (για μένα) επέζησα, αν και κάποιοι θεωρούν ότι αυτό το περιστατικό εξηγεί τον τρόπο που λειτουργεί το μυαλό μου.

2. Την εποχή εκείνη οι ανεμιστήρες δεν είχαν το προστατευτικό περίβλημα που εμποδίζει τα χαζά αγοράκια να βάλουν το χέρι τους μέσα στις φτερωτές, ενώ αυτές γυρίζουν.

γονός ότι διαβάσετε αυτό το βιβλίο σημαίνει ότι ο τρίχρονος επιστήμονας είναι ζωντανός μέσα σας και ζητά απαντήσεις σε παλιά και νέα ερωτήματα. Για να τα απαντήσετε χρειάζεστε την «επιστήμη», η οποία, όπως οι καρχαρίες, έχει ένα **ψάρι πιλότο** που ονομάζεται στατιστική και που την καθαρίζει από παράσιτα. Αυτός λοιπόν είναι ο λόγος που ο απαιτητικός καθηγητής σας πιέζει να μάθετε στατιστική. Στη στατιστική κάποιες φορές είναι σαν να βάζεις το χέρι σου μέσα στον ανεμιστήρα. Πονάει, αλλά σίγουρα σου δίνει απαντήσεις σε ενδιαφέροντα ερωτήματα. Σε αυτό το κεφάλαιο θα προσπαθήσω να σας πείσω ότι η στατιστική αποτελεί ένα σημαντικό κομμάτι της έρευνας. Θα συζητήσουμε σχετικά με το σύνολο της ερευνητικής διαδικασίας, ξεκινώντας από το *γιατί* προβαίνουμε σε μια έρευνα και φτάνοντας στο πώς δημιουργούνται οι θεωρίες και γιατί χρειάζεται να συλλέξουμε τα δεδομένα που θα μας επιτρέψουν να τις ελέγξουμε. Αν όλη αυτή η συζήτηση δεν σας πείσει, τότε ίσως το κατορθώσει το γεγονός ότι ανακαλύπτουμε αν η Coca Cola σκοτώνει το σπέρμα. Αν όχι, τι άλλο να πω;

## 1.2. Τι στην ευχή κάνω εδώ; Δεν ανήκω εδώ! ①

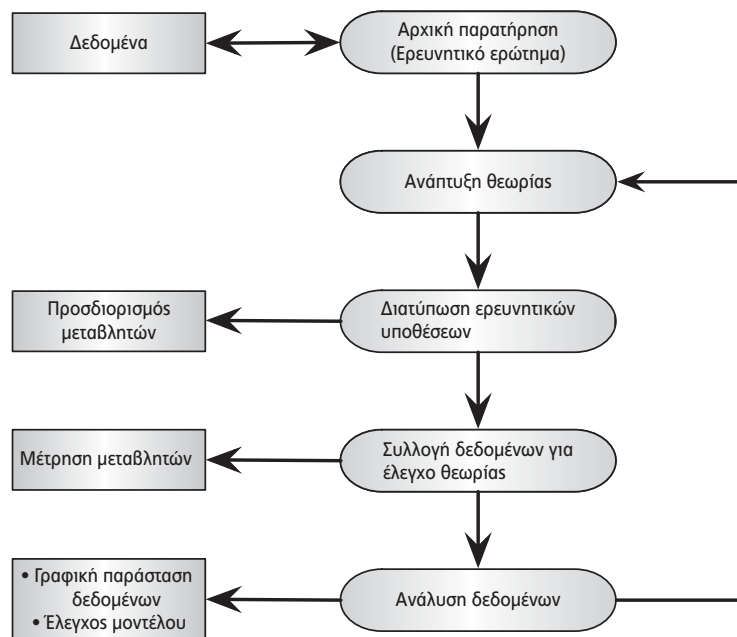
Θα αναρωτιέστε πιθανώς γιατί αγοράσατε αυτό το βιβλίο. Ίσως σας άρεσαν οι εικόνες του, ίσως σας αρέσει η προπόνηση με βάρη (και το βιβλίο είναι βαρύ), ή ίσως θέλατε να πιάσετε κάτι που ήταν ψηλά (και το βιβλίο είναι αρκετά χοντρό για σκαμνάκι). Πολύ πιθανόν, παρ' ότι είχατε τη δυνατότητα να ξοδέψετε τα λεφτά, που τόσο δύσκολα κερδίζετε, σε κάτι πιο διασκεδαστικό, εσείς επιλέξατε να αγοράσετε αυτό το βιβλίο. Γιατί λοιπόν το αγοράσατε (ή το κατεβάσατε από μια παράνομη ιστοσελίδα που έφτιαξε ένας κύριος ο οποίος είχε αρκετό χρόνο για να σαρώσει 960 σελίδες); Ίσως να το κάνατε γιατί έχετε επιλέξει κάποιο μάθημα στατιστικής ή γιατί κάνετε μια έρευνα και θέλετε να μάθετε πώς θα αναλύσετε τα δεδομένα σας. Ίσως πάλι γιατί, όταν ξεκινούσατε το μάθημα ή την έρευνα, δεν θεωρούσατε ότι χρειαζόταν να ξέρετε στατιστική, αλλά τώρα συνειδητοποιείτε ότι βρίσκεστε βουτηγμένοι μέχρι τον λαιμό μέσα στη στατιστική ανάλυση δεδομένων. Σε κάθε περίπτωση, όμως, ο βαθύτερος λόγος είναι ότι κρύβετε μέσα σας έναν μικρό επιστήμονα. Πιθανώς να ασχολείστε με ερωτήματα του τύπου: γιατί οι άνθρωποι συμπεριφέρονται έτσι (ψυχολογία), γιατί οι ανθρωπίνες συμπεριφορές διαφοροποιούνται ανάλογα με την κουλτούρα (ανθρωπολογία), πώς μεγιστοποιείται το επιχειρηματικό κέρδος (διοίκηση επιχειρήσεων), πώς εξαφανίστηκαν οι δεινόσαυροι (παλαιοντολογία), αν η διατροφή με ντομάτες παρέχει προστασία από τον καρκίνο (ιατρική - βιολογία), αν είναι δυνατόν να κατασκευαστεί ένας κβαντικός ηλεκτρονικός υπολογιστής (φυσική), αν έχει υπερθερμανθεί ο πλανήτης (περιβαλλοντικές σπουδές). Όποιο γνωστικό πεδίο και αν μελετάτε ή ερευνάτε, το κάνετε λόγω του μικρού επιστήμονα που κρύβετε μέσα σας. Οι επιστήμονες αναζητούν απαντήσεις σε επιστημονικά ερωτήματα και πιθανώς και εσείς έχετε αντίστοιχα. Οι απαντήσεις, όμως, σε αυτά τα ερωτήματα απαιτούν δύο πράγματα: δεδομένα και ερμηνεία των δεδομένων.

Η απάντηση λοιπόν στο ερώτημα «τι στην ευχή κάνετε εδώ;» είναι: για να απαντήσετε σε ενδιαφέροντα ερωτήματα, χρειάζεστε δεδομένα. Ένας λοιπόν από τους λόγους για τους οποίους ο απαιτητικός καθηγητής της στατιστικής σας πιέζει να κατανοήσετε τα αριθμητικά δεδομένα, οφείλεται στο γεγονός ότι είναι ζωτικής σημασίας για την έρευνα και για την ανάπτυξη επιστημονικών θεωριών. Στις έρευνες όπου τα δεδομένα είναι ή μετατρέπονται σε αριθμούς (αριθμητικά δεδομένα), χρησιμοποιούνται μέθοδοι ποσοτικής ανάλυσης. Υπάρχουν ωστόσο έρευνες με μη αριθμητικά δεδομένα. Τέτοια δεδομένα είναι, για παράδειγμα, αυτά που προκύπτουν από την ανάλυση του λόγου (όπως οι συζητήσεις, τα άρθρα, τα γραπτά κείμενα κ.ά.). Στις περιπτώσεις αυτές χρησιμοποιούνται μέθοδοι **ποιοτικής ανάλυσης** και αποτελούν αντικείμενο ενός κάποιου άλλου βιβλίου, που σίγουρα δεν θα έχει γραφτεί από μένα. Κάποιοι υποστηρίζουν με πάθος τον έναν από τους δύο τύπους ερευνητικής μεθόδου ως τον καλύτερο, κάποιοι πάλι τον άλλον, κάτι που είναι εντελώς λανθασμένο, μια και στην ουσία οι δύο αναλύσεις είναι συμπληρωματικές και όχι ανταγωνιστικές, και σε κάθε περίπτωση υπάρχουν πιο σημαντικά ζητήματα για τα οποία αξίζει να παθιάζεται κάποιος. Όπως καταλαβαίνετε, για μένα οι μέθοδοι ποιοτικής ανάλυσης είναι για τα σκουπίδια!<sup>3</sup>

3. Φυσικά αστειεύομαι. Βεβαίως είναι πολλοί αυτοί που δεν θα γελάσουν με αυτό το αστέιο, όπως και με άλλα που συνήθως λέω. Το πάθος άλλωστε χαρακτηρίζει πολλούς ερευνητές που ακολουθούν είτε τη μία είτε την άλλη μέθοδο.

### 1.2.1. Η ερευνητική διαδικασία ①

Πώς απαντάμε σε ένα ενδιαφέρον ερευνητικό ερώτημα; Η ερευνητική διαδικασία παρουσιάζεται συνοπτικά στην Εικόνα 1.2. Συνήθως ξεκινάμε από μία παρατήρηση την οποία θέλουμε να κατανοήσουμε, και που ενδεχομένως είναι ατεκμηρίωτη (έχετε παρατηρήσει, για παράδειγμα, ότι η γάτα σας βλέπει τηλεόραση όποτε προβάλλονται σκηνές με πουλιά, ενώ αδιαφορεί πλήρως όταν προβάλλονται σκηνές με μέδουσες)<sup>4</sup> ή μπορεί να στηρίζεται σε κάποια δεδομένα (ζητήσατε, για παράδειγμα, από αρκετούς φιλόζωους που έχουν γάτες να καταγράψουν τις καθημερινές συνήθειες των κατοικίδιων τους και παρατηρήσατε ότι οι περισσότερες βλέπουν τηλεόραση όποτε προβάλλονται σκηνές με πουλιά). Με βάση την αρχική σας παρατήρηση επεξεργάζεστε έναν συλλογισμό ή μια θεωρία που να την εξηγούν και, με βάση αυτόν το συλλογισμό ή τη θεωρία, μπορείτε να κάνετε προβλέψεις (υποθέσεις). Στο σημείο αυτό χρειάζεστε δεδομένα, γιατί με αυτά θα ελέγξετε τις προβλέψεις/υποθέσεις. Αρχικά θα συλλέξετε τα σχετικά δεδομένα (για τον σκοπό αυτό πρέπει να προσδιορίσετε πράγματα που επιδέχονται μέτρηση) και στη συνέχεια θα τα αναλύσετε. Η ανάλυση των δεδομένων μπορεί να επιβεβαιώσει τη θεωρία που έχετε αναπτύξει ή μπορεί να σας αναγκάσει να την τροποποιήσετε. Έτσι, οι διαδικασίες της συλλογής και ανάλυσης δεδομένων και η διαδικασία της ανάπτυξης μιας θεωρίας είναι εγγενώς συνδεδεμένες μεταξύ τους, καθώς οι θεωρίες αφενός οδηγούν σε συλλογή και ανάλυση δεδομένων και αφετέρου η συλλογή και ανάλυση δεδομένων επιβεβαιώνουν ή διαψεύδουν τις θεωρίες. Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο αναλύεται η ερευνητική διαδικασία.



**ΕΙΚΟΝΑ 1.2**  
Η ερευνητική  
διαδικασία

### 1.3. Αρχική παρατήρηση: Εντοπίζοντας κάτι που χρήζει εξήγησης ①

Το πρώτο βήμα της ερευνητικής διαδικασίας στην Εικόνα 1.2 είναι η γέννηση ενός ερωτήματος που πρέπει να απαντηθεί. Εγώ προσωπικά έχω σπαταλήσει πολύ χρόνο παρακολουθώντας εκπομπές ριάλιτι στην τηλεόραση. Για χρόνια ορκιζόμουν ότι δεν θα εθιστώ στο «Big Brother», αλλά κάθε χρόνο ήμουν κολλημένος στην οθόνη, περιμένοντας να δω κάποιον διαγωνιζόμενο να καταρρέει (είμαι ψυχολόγος, και αυτό είναι ένα είδος έρευνας για μένα). Αναρωτιόμουν γιατί ήταν τόσοι πολλοί οι

4. Η δική μου γάτα στην πραγματικότητα ορμάει στη συσκευή της τηλεόρασης όποτε προβάλλονται σκηνές με πουλιά.

παίκτες με διαταραγμένη προσωπικότητα (παρουσιάζουν κυρίως ναρκισσιστική διαταραχή).<sup>5</sup> Πολλές έρευνες ξεκινούν με αυτό τον τρόπο, όχι βέβαια παρακολουθώντας το «Big Brother», αλλά με την παρατήρηση ενός συμβάντος ή γεγονότος και με την προσπάθεια να προσδιοριστούν τα αίτιά του. Έχοντας κάνει μια μεμονωμένη παρατήρηση (στο παράδειγμά μας ότι οι παίκτες του «Big Brother» είναι διαταραγμένες προσωπικότητες) μπορώ να συλλέξω στοιχεία για να δω αν αυτή η παρατήρηση είναι αληθής (και δεν είναι μεροληπτική σε βάρος των συγκεκριμένων παικτών). Για να το κάνω αυτό, πρέπει να ορίσω μία ή δύο **μεταβλητές (variables)**, τις οποίες και θα μετρήσω. Μια τέτοια μεταβλητή είναι, για παράδειγμα, η προσωπικότητα των παικτών. Για να μετρήσω αυτή τη μεταβλητή θα μπορούσα να χρησιμοποιήσω ένα έγκυρο ερωτηματολόγιο που να αποτιμά τα χαρακτηριστικά της προσωπικότητας των παικτών του «Big Brother». Ας υποθέσουμε ότι μία τέτοια μέτρηση δείχνει ότι οι παίκτες παρουσιάζουν ναρκισσιστική διαταραχή σε ένα ποσοστό της τάξεως του 75%. Τα ευρήματα αυτά φαίνεται ότι υποστηρίζουν την αρχική μου παρατήρηση. Δηλαδή, ότι οι περισσότεροι παίκτες του «Big Brother» είναι διαταραγμένες προσωπικότητες!

#### 1.4. Ανάπτυξη και έλεγχος θεωριών ①

Το επόμενο λογικό βήμα στην Εικόνα 1.2 είναι η ερμηνεία αυτών των ευρημάτων. Μία ερμηνεία είναι ότι τα άτομα με ναρκισσιστική διαταραχή είναι πιο πιθανό να πάρουν μέρος στις οντισιόν των τηλεοπτικών παιχνιδιών απ' ό,τι τα άτομα που δεν παρουσιάζουν τη συγκεκριμένη διαταραχή. Αυτή είναι μία **θεωρία**. Μια άλλη ερμηνεία είναι ότι οι τηλεοπτικοί παραγωγοί αυτού του παιχνιδιού είναι πιθανό να επιλέγουν άτομα με ναρκισσιστική διαταραχή για να ανταγωνιστούν άτομα που έχουν λιγότερο ακραίες προσωπικότητες. Αυτή είναι μια άλλη θεωρία. Επιβεβαιώσαμε την αρχική μας παρατήρηση συλλέγοντας δεδομένα και, για να ελέγξουμε τις δύο θεωρίες, πρέπει να συλλέξουμε επιπλέον δεδομένα. Με βάση αυτές τις δύο θεωρίες μπορούμε να διατυπώσουμε δύο προβλέψεις. Η πρώτη αφορά το γεγονός ότι το ποσοστό των ατόμων με ναρκισσιστική διαταραχή που επιλέχθηκαν για το τηλεοπτικό παιχνίδι είναι μεγαλύτερο από το αντίστοιχο που παρουσιάζεται στον γενικό πληθυσμό (που είναι 1%). Η πρόβλεψη που πηγάζει από μια θεωρία όπως η παραπάνω αποκαλείται **υπόθεση (hypothesis)** (βλ. Τετραπέρατη Τζέιν 1.1). Θα μπορούσαμε να ελέγξουμε αυτή την υπόθεση χρησιμοποιώντας μία ομάδα κλινικών ψυχολόγων που θα έπαιρναν συνεντεύξεις από τα άτομα που συμμετέχουν στις οντισιόν του «Big Brother», με στόχο να διαγνώσουν την ύπαρξη ή μη της διαταραχής. Η δεύτερη πρόβλεψη αφορά το γεγονός ότι, εφόσον αυτοί που επιλέγουν τους παίκτες (παραγωγοί/κριτές) προτιμούν άτομα με ναρκισσιστική διαταραχή, τότε το ποσοστό των επιλεγμένων παικτών με διαταραχή θα είναι μεγαλύτερο του αντίστοιχου ποσοστού που παρουσιάζεται στο σύνολο των υποψήφιων παικτών. Αυτή είναι μια άλλη υπόθεση.

Στις οντισιόν πήραν μέρος 7.662 άτομα. Η πρώτη μας υπόθεση είναι ότι σε αυτές τις οντισιόν το ποσοστό των ατόμων με ναρκισσιστική διαταραχή είναι μεγαλύτερο από το ποσοστό που εμφανίζεται

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1.1.** Πίνακας αριθμού ατόμων που εμφανίστηκαν στις δοκιμαστικές ακρόασεις, διαχωρισμένων σε αυτά που παρουσιάζουν ναρκισσιστική διαταραχή και σε αυτά που δεν παρουσιάζουν, και σε αυτά που επιλέχθηκαν ή απορρίφθηκαν από τους παραγωγούς/κριτές

	Χωρίς διαταραχή	Με διαταραχή	Σύνολο
Επιλεγθέντα άτομα	3	9	12
Απορριφθέντα άτομα	6805	845	7650
Σύνολο	6808	854	7662

5. Οι άνθρωποι που παρουσιάζουν αυτού του τύπου τη διαταραχή είναι, εκτός των άλλων, υπερόπτες, αλαζόνες, αυτάρεσκοι, χωρίς ενσυναίσθηση, φθονούν τους άλλους και πιστεύουν ότι οι άλλοι τους φθονούν, και έχουν ανάγκη θαυμασμού.



## Η τετραπέρατη Τζέιν 1.1

*Πότε μια υπόθεση δεν είναι υπόθεση; ①*

Μια καλή επιστημονική θεωρία μάς επιτρέπει να διατυπώσουμε ισχυρισμούς σχετικά με το τι συμβαίνει στον κόσμο γύρω μας. Οι ισχυρισμοί αυτοί είναι χρήσιμοι γιατί μας επιτρέπουν να κατανοήσουμε τι συμβαίνει και να πάρουμε αποφάσεις που θα επηρεάσουν το μέλλον μας. Ένα παράδειγμα μιας τέτοιας σύγχρονης θεωρίας, είναι αυτό της παγκόσμιας υπερθέρμανσης. Στη βάση αυτής της θεωρίας, ο ισχυρισμός ότι η υπερθέρμανση του πλανήτη είναι πραγματικό γεγονός και ότι οφείλεται σε συγκεκριμένες πρακτικές που ακολουθούν οι κοινωνίες μας, μας επιτρέπει να αναθεωρήσουμε αυτές τις πρακτικές και ενδεχομένως να αποτρέψουμε την καταστροφή. Παρ' όλη αυτά δεν μπορούμε να ελέγξουμε επιστημονικά όλους τους ισχυρισμούς. Οι ισχυρισμοί διακρίνονται σε αυτούς που επιδέχονται επαλήθευση ή διάψευση με βάση εμπειρικά δεδομένα και σε αυτούς που δεν επιδέχονται. Οι πρώτοι είναι επιστημονικοί ενώ οι δεύτεροι δεν είναι. Για παράδειγμα, ισχυρισμοί όπως «η συναυλία του συγκροτήματος των Led Zeppelin στο Λονδίνο το 2007 που πραγματοποιή-

θηκε μετά την επανένωσή τους ήταν η καλύτερη από όλες έχουν δώσει»,<sup>1</sup> «η σοκολάτα Lindt είναι η καλύτερη τροφή» και «αυτό είναι το χειρότερο βιβλίο στατιστικής στον κόσμο» δεν είναι επιστημονικοί, γιατί δεν μπορούν ούτε να επαληθευτούν ούτε να διαψευστούν. Αντίθετα, ισχυρισμοί όπως «η παρακολούθηση της κωμικής τηλεοπτικής σειράς "Curb Your Enthusiasm" σας προκαλεί ευχαρίστηση», «το σεξ ανεβάζει το επίπεδο των νευροδιαβιβαστών της ντοπαμίνης» και «οι δεινόσαυροι Velociraptors ήταν σαρκοφάγοι» είναι επιστημονικοί, καθώς μπορούν να ελεγχθούν εμπειρικά (αρκεί να ποσοτικοποιηθούν και να μετρηθούν οι ανάλογες μεταβλητές). Μερικές φορές, μη επιστημονικοί ισχυρισμοί μπορούν να τροποποιηθούν και να γίνουν επιστημονικοί. Έτσι, για παράδειγμα, ο ισχυρισμός «το συγκρότημα των Beatles άσκησε τη μεγαλύτερη επιρροή από όλα τα άλλα συγκροτήματα» είναι μη επιστημονικός, γιατί είναι πολύ δύσκολο να ποσοτικοποιηθεί ο βαθμός επιρροής του συγκροτήματος. Η τροποποίηση όμως του ισχυρισμού σε «το συγκρότημα των Beatles ήταν το πρώτο σε πωλήσεις σε όλο τον κόσμο» τον καθιστά εμπειρικά ελέγξιμο, γιατί μπορούν να συλλεχθούν δεδομένα σχετικά με τις παγκόσμιες πωλήσεις των άλμπουμ τους. Ο Karl Popper, ο περίφημος φιλόσοφος της επιστήμης, πρέσβευε ότι οι μη επιστημονικοί ισχυρισμοί στερούνται νοήματος και δεν έχουν χώρο στην επιστήμη. Για τον λόγο αυτό οι καλές επιστημονικές θεωρίες θα πρέπει να δημιουργούν υποθέσεις που συνιστούν επιστημονικούς ισχυρισμούς.

1. Ήταν πραγματικά μια πολύ καλή συναυλία.

στον γενικό πληθυσμό. Παρατηρώντας τα ευρήματα στον Πίνακα 1.1 βλέπουμε ότι από τα 7.662 άτομα που πήραν μέρος στις οντισιόν, τα 854 εμφάνιζαν την εν λόγω διαταραχή, ποσοστό δηλαδή 11% ( $854/7662 \times 100$ ), που είναι μεγαλύτερο του 1% που αναμενόταν. Συνεπώς η πρώτη μας υπόθεση επιβεβαιώνεται από τα δεδομένα. Η δεύτερη υπόθεσή μας ήταν ότι οι κριτές που επιλέγουν τους παίκτες μεροληπτούν υπέρ των ατόμων με ναρκισσιστική διαταραχή. Παρατηρώντας και πάλι τα ευρήματα στον πίνακα, βλέπουμε ότι από τους 12 επιλεγθέντες παίκτες οι 9 ήταν άτομα με ναρκισσιστική διαταραχή (ποσοστό 75%). Αν οι κριτές δεν ήταν μεροληπτικοί, το αναμενόμενο ποσοστό αυτών των ατόμων θα ήταν της τάξεως του 11%, το ίδιο δηλαδή ποσοστό με αυτό που εμφανίζεται στο σύνολο των συμμετεχόντων στις οντισιόν. Τα δεδομένα μας λοιπόν επιβεβαιώνουν και τη δεύτερη υπόθεση. Η αρχική μου παρατήρηση, ότι δηλαδή οι παίκτες παρουσιάζουν ναρκισσιστική διαταραχή, επιβεβαιώθηκε από τα δεδομένα. Στη συνέχεια η ορθότητα της θεωρίας μου ελέγχθηκε με τη χρήση συγκεκριμένων υποθέσεων και επαληθεύτηκε πάλι από τα δεδομένα. Τα δεδομένα λοιπόν είναι πολύ σημαντικά!

Θα μπορούσα τώρα να κάθομαι αυτάρεσκα στο γραφείο μου, με ένα χαμόγελο ικανοποίησης ζωγραφισμένο στο πρόσωπό μου, αφού οι παρατηρήσεις και οι θεωρίες μου επαληθεύτηκαν από τα δεδομένα. Ίσως και να είχα παραιτηθεί κιόλας, μια και ήμουν πολύ πιο «μπροστά» από τους άλλους ερευνητές. Είναι επίσης πολύ πιθανό, έχοντας ήδη λύσει ένα μεγάλο μυστήριο, να είχα στρέψει το ενθουσιασμένο μου μυαλό σε κάποιο άλλο. Για τον σκοπό αυτό θα κλειδωνόμουν σε ένα δωμάτιο, για να παρακολουθώ συνεχώς το «Big Brother». Μέρες μετά, καθώς θα άνοιγα την πόρτα, ένα σύννεφο καπνού θα έβγαινε από μέσα, κι εγώ θα πρόβαλλα γενειοφόρος με μάτια που πετούν φλόγες και θα κατατρόπωνα τους αντιπάλους μου στον χώρο της επιστήμης, διατυπώνοντας με στεντόρεια φωνή τις τελευταίες «βαθιές» παρατηρήσεις μου: Οι παίκτες του «Big Brother» που παρουσιάζουν

ναρκισσιστική διαταραχή, παρά το προφανές ελάττωμα του χαρακτήρα τους, μπαίνουν στο παιχνίδι βέβαιοι ότι το κοινό θα τους αγαπήσει και ότι θα νικήσουν.<sup>6</sup> Η υπόθεση που προκύπτει από αυτή την παρατήρησή μου είναι ότι στην υποθετική ερώτηση προς όλους τους παίκτες, αν θεωρούν δηλαδή ότι θα νικήσουν, όσοι παρουσίαζαν ναρκισσιστική διαταραχή θα απαντούσαν «ναι».

As υποθέσουμε ότι θα έλεγχα την υπόθεσή μου μετρώντας τις προσδοκίες των παικτών για επιτυχία, ρωτώντας τους δηλαδή: «Θεωρείς ότι θα κερδίσεις στο «Big Brother;» Υποθέτουμε επίσης ότι 7 από τους 9 παίκτες με ναρκισσιστική διαταραχή απαντούν θετικά, γεγονός που θα επιβεβαίωνε την παρατήρησή μου. Στη συνέχεια θα διατύπωνα μια νέα θεωρία (χωρίς να χρειαστεί να μείνω κλειδωμένος μέσα σε ένα δωμάτιο) με βάση την οποία οι συγκεκριμένοι παίκτες θεωρούν ότι θα κερδίσουν γιατί δεν αντιλαμβάνονται ότι παρουσιάζουν ναρκισσιστική διαταραχή. Η υπόθεση που σχετίζεται με αυτή τη θεωρία είναι ότι αν ρωτούσαμε τα άτομα αυτά αν θεωρούν ότι διαφέρουν από τους υπόλοιπους ανθρώπους, θα απαντούσαν αρνητικά. Θα συγκέντρωνα λοιπόν δεδομένα με τη βοήθεια μιας αντίστοιχης ερώτησης που θα έθετα σε αυτά τα 7 άτομα. As υποθέσουμε ότι όλοι τους απαντούν θετικά, ότι θεωρούν δηλαδή πως διαφέρουν από τους υπόλοιπους ανθρώπους. Στην περίπτωση αυτή τα δεδομένα διαψεύδουν τη θεωρία μου. Αυτή η πράξη της διάψευσης μιας υπόθεσης ή θεωρίας είναι γνωστή ως **διαψευσιμότητα (Falsification)**.

Είναι απίθανο να είμαστε οι μοναδικοί που ενδιαφέρονται να μάθουν γιατί τα άτομα που δηλώνουν συμμετοχή στο «Big Brother» είναι ακραίες προσωπικότητες και θεωρούν ότι θα νικήσουν. Φανταστείτε λοιπόν ότι υπάρχουν άλλοι ερευνητές οι οποίοι ανακαλύπτουν μέσα από την έρευνα πως τα άτομα με ναρκισσιστική διαταραχή θεωρούν ότι: α) είναι πιο ενδιαφέροντα από τους άλλους, β) αξίζουν τη νίκη περισσότερο από τους άλλους και γ) οι άλλοι τα συμπαθούν γιατί είναι «ιδιαιτέρως» προσωπικότητες.

Αυτά τα ερευνητικά ευρήματα δεν αποτελούν καλά νέα για τη θεωρία μου. Και αυτό γιατί, αν οι παίκτες δεν αντιλαμβάνονται ότι διαφέρουν από τους άλλους, δεν είναι δυνατόν να θεωρούν τον εαυτό τους πιο ενδιαφέροντα από τους άλλους και ούτε βεβαίως να πιστεύουν ότι οι άλλοι άνθρωποι τους συμπαθούν λόγω της ξεχωριστής τους προσωπικότητας. Με άλλα λόγια, η θεωρία μου έχει προβλήματα. Αρχίζω λοιπόν να νιώθω ανεπαρκής επιστημονικά και, κουλουριασμένος πάνω στο γραφείο, αναλύομαι σε ποταμούς δακρύων θρηνώντας για την αποτυχημένη καριέρα μου (η οποία συνεχίζεται ακόμα!).

Στο σημείο αυτό, εμφανίζεται ένας επιστήμονας, ο Fester Ingpant-Stain, με μια αντίθετη θεωρία. Σύμφωνα με τη θεωρία αυτή, το πρόβλημα δεν είναι ότι οι παίκτες με ναρκισσιστική διαταραχή δεν αντιλαμβάνονται ότι η προσωπικότητά τους παρουσιάζει διαταραχή (ή τουλάχιστον ότι έχουν ασυνήθιστη προσωπικότητα), αλλά ότι εσφαλμένα θεωρούν πως οι άλλοι τους αποτιμούν θετικά (με άλλα λόγια ότι η προσωπικότητά τους τους καθιστά συμπαθείς). Μια υπόθεση που πηγάζει από αυτή τη θεωρία είναι ότι, αν άτομα με ναρκισσιστική διαταραχή ρωτηθούν σχετικά με τη γνώμη που έχουν οι άλλοι γι' αυτά, θα υπερεκτιμήσουν τις θετικές γνώμες. Για να ελέγξει αυτή την υπόθεση ο Fester Ingpant-Stain συλλέγει επιπλέον δεδομένα με τον ακόλουθο τρόπο. Όταν οι παίκτες έμπαιναν στο «*diary room*»,<sup>7</sup> συμπλήρωναν ένα ερωτηματολόγιο αξιολογώντας τους συμπαίκτες τους, αλλά και τον εαυτό τους μπαίνοντας στη θέση των συμπαίκτων τους. Έτσι, υπήρχε ένα μέτρο σχετικά με το τι πίστευε ο κάθε παίκτης για κάθε συμπαίκτη του και ένα μέτρο σχετικά με το τι πίστευε ο κάθε παίκτης για την εικόνα που είχαν γι' αυτόν οι συμπαίκτης του. Με βάση αυτές τις μετρήσεις βρήκε ότι οι παίκτες με ναρκισσιστική διαταραχή υπερεκτιμούσαν την άποψη που είχαν οι άλλοι γι' αυτούς, ενώ τα άτομα χωρίς ναρκισσιστική διαταραχή είχαν σχετικά ακριβέστερη άποψη για την εικόνα που είχαν οι άλλοι γι' αυτά. Αυτά τα δεδομένα, όσο και αν με εκνεύριζαν, επιβεβαίωναν την αντίθετη θεωρία, η οποία πρέσβευε ότι οι παίκτες με διαταραχές προσωπικότητας αντιλαμβάνονταν την ιδιορρυθμία τους, αλλά πίστευαν ότι αυτή τους η ιδιορρυθμία τους έκανε αρεστούς. Η θεωρία του Fester Ingpant-Stain είναι πολύ καλή, από τη στιγμή

6. Αν υπάρχει κάτι που μου αρέσει στο «Big Brother» είναι ότι τουλάχιστον στο Ηνωμένο Βασίλειο παρατηρείται ότι χρόνο με τον χρόνο οι νικητές του παιχνιδιού είναι όλο και πιο πολύ συμπαθητικά άτομα. Αυτό με κάνει να πιστεύω ότι οι άνθρωποι ευνοούν τους συμπαθείς.

7. Ένα μικρό δωμάτιο στο οποίο οι παίκτες έμπαιναν μόνοι τους για να μιλήσουν ιδιαιτέρως με τον Μεγάλο Αδελφό (Big Brother) χωρίς την παρουσία των άλλων παικτών, κάτω από τα βλέμματα δεκάδων χιλιάδων τηλεθεατών που τους παρακολουθούσαν στην οθόνη της τηλεόρασής τους.

που ερμηνεύει τις αρχικές παρατηρήσεις, ενώ παράλληλα παρουσιάζει και ενδιαφέροντα ερευνητικά δεδομένα. Το τελικό αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας (αλλά και της καριέρας μου) είναι ότι είμαστε σε θέση να διατυπώσουμε γενικές προτάσεις για το πώς «λειτουργεί ο κόσμος μας». Στην περίπτωση μας «οι παίκτες του «Big Brother» που παρουσιάζουν διαταραχές προσωπικότητας υπερεκτιμούν τον βαθμό στον οποίο τα προσωπικά τους χαρακτηριστικά είναι αρεστά στους άλλους ανθρώπους».



**ΑΣΚΗΣΗ ΑΥΤΟΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ** Με βάση όσα έχετε διαβάσει σε αυτή την ενότητα, ποια ποιοτικά χαρακτηριστικά πιστεύετε ότι πρέπει να έχει μια επιστημονική θεωρία;

## 1.5. Η συλλογή των δεδομένων και ο έλεγχος των θεωριών

Έχοντας μάθει τη διαδικασία ανάπτυξης των θεωριών και των υποθέσεων, κατανοείτε τη σημασία των δεδομένων στον έλεγχο αυτών των υποθέσεων και στην επιλογή μιας θεωρίας. Σε αυτή την ενότητα θα εξετάσουμε τη διαδικασία συλλογής των δεδομένων με περισσότερη λεπτομέρεια, καθώς θα χρειαστεί να αποφασίσουμε για δύο πράγματα: 1) τι θα μετρήσουμε και 2) πώς θα το μετρήσουμε.

### 1.5.1. Μεταβλητές ①

Η απάντηση στην ερώτηση σχετικά με το τι θα μετρήσουμε είναι σχετικά εύκολη. Χρειάζεται να μετρήσουμε μεταβλητές με στόχο να ελέγξουμε υποθέσεις. Οι μεταβλητές είναι πράγματα που διαφέρουν (μεταβάλλονται) μεταξύ των ανθρώπων (π.χ. το IQ, οι συμπεριφορές), των περιοχών (π.χ. η ανεργία) ή χρονικά (π.χ. διάθεση, εισόδημα, καρκινικά κύτταρα). Οι περισσότερες υποθέσεις μπορούν να εκφραστούν μέσα από δύο μεταβλητές: μία για το αίτιο και μία για το αποτέλεσμα. Για παράδειγμα, στην επιστημονική δήλωση «Η Coca Cola είναι ένα αποτελεσματικό σπερματοκτόνο»<sup>8</sup> το αίτιο είναι η Coca Cola και το αποτέλεσμα είναι τα νεκρά σπερματοζωάρια. Τόσο το αίτιο όσο και το αποτέλεσμα συνιστούν μεταβλητές. Το αίτιο θα μπορούσε να είναι οι διάφοροι τύποι αναψυκτικού και το αποτέλεσμα ο αριθμός (ποσότητα) σπερματοζωαρίων που θα πέθαιναν ανάλογα με τον τύπο του αναψυκτικού. Ο έλεγχος της παραπάνω επιστημονικής δήλωσης στηρίζεται στη μέτρηση αυτών των δύο μεταβλητών.

#### 1.5.1.1. Ανεξάρτητες και εξαρτημένες μεταβλητές ①

Η μεταβλητή που θεωρούμε ότι συνιστά το αίτιο καλείται **ανεξάρτητη μεταβλητή – independent variable** (γιατί οι τιμές που παίρνει δεν εξαρτώνται από άλλες μεταβλητές). Η μεταβλητή που θεωρούμε ότι συνιστά το αποτέλεσμα ονομάζεται **εξαρτημένη μεταβλητή – dependent variable**, γιατί οι τιμές της εξαρτώνται από το αίτιο (την ανεξάρτητη μεταβλητή δηλαδή). Αυτοί οι όροι είναι στενά συνδεδεμένοι με τα πειράματα, στα οποία το αίτιο δημιουργείται μέσα από τον χειρισμό που κάνει ο ερευνητής στην ανεξάρτητη μεταβλητή (όπως θα δούμε στην Ενότητα 1.5.5). Ωστόσο, δεν είναι πάντα εφικτό για τον ερευνητή να χειριστεί μεταβλητές (για παράδειγμα, αν ήθελε να ελέγξει το κατά πόσο το κάπνισμα προκαλεί καρκίνο των πνευμόνων, δεν θα μπορούσε να κλείσει μια ομάδα ανθρώπων σε ένα δωμάτιο για 30 χρόνια και να τους εξαναγκάσει να καπνίζουν συνεχώς) και γι' αυτόν το λόγο μερικές φορές χρησιμοποιούμε μεθόδους συσχέτισης (Ενότητα 1.5.4). Σε αυτό το πλαίσιο δεν έχει νόημα να μιλάμε για εξαρτημένες και ανεξάρτητες μεταβλητές, μια και όλες είναι στην ουσία εξαρ-

8. Υπάρχει ένας αστικός μύθος που πρεσβεύει ότι η πλύση με το περιεχόμενο ενός μπουκαλιού Coca Cola μετά τη συνουσία συνιστά μια αποτελεσματική αντισυλληπτική μέθοδο. Όσο παράδοξο κι αν ακούγεται, η υπόθεση αυτή έχει ελεγχθεί και έχει αποδειχθεί ότι διάφορα είδη αναψυκτικών τύπου Cola επηρεάζουν την κινητικότητα του σπέρματος (Umpierre, Hill, & Anderson, 1985). Στην περίπτωση όμως που θέλετε να το δοκιμάσετε, θα ήθελα να σας ενημερώσω ότι η πλύση με Coca Cola δεν είναι αποτελεσματική αντισυλληπτική μέθοδος.

τημένες. Προτιμώ να χρησιμοποιώ τους όρους **μεταβλητή πρόβλεψης (predictor variable)** και **μεταβλητή αποτελέσματος (outcome variable)** αντί των όρων «ανεξάρτητη» και «εξαρτημένη». Δεν πρόκειται βέβαια για προσωπικό καπρίτσιο, γιατί στα πειράματα το αίτιο (ανεξάρτητη μεταβλητή) συνιστά έναν παράγοντα πρόβλεψης (predictor) και η έκβασή του (εξαρτημένη μεταβλητή) συνιστά ένα αποτέλεσμα, ενώ στις έρευνες συσχέτισης μία ή περισσότερες μεταβλητές πρόβλεψης δύνανται να προβλέψουν (στατιστικά τουλάχιστον) μία ή περισσότερες μεταβλητές αποτελέσματος.



### Το σκονάκι της Σαμ

### Μερικοί σημαντικοί όροι

Όταν πραγματοποιείται μια έρευνα, υπάρχουν μερικοί σημαντικοί όροι για τις μεταβλητές που πρέπει να λάβουμε υπόψη μας:

- *Ανεξάρτητη μεταβλητή*: Είναι μια μεταβλητή που θεωρείται ως το αίτιο μιας επίδρασης. Ο όρος χρησιμοποιείται στις πειραματικές έρευνες για να υποδηλώσει τη μεταβλητή στην οποία ο ερευνητής έχει παρέμβει.
- *Εξαρτημένη μεταβλητή*: Είναι η μεταβλητή στην οποία θεωρείται ότι επιδρά η ανεξάρτητη. Μπορείτε να τη θεωρήσετε ως το αποτέλεσμα.
- *Μεταβλητή πρόβλεψης*: Μια μεταβλητή με βάση την οποία προβλέπεται ένα αποτέλεσμα. Είναι ένας εναλλακτικός όρος για την ανεξάρτητη μεταβλητή.
- *Μεταβλητή αποτελέσματος*: Μια μεταβλητή που θεωρείται ότι επηρεάζεται και αλλάζει εξαιτίας της μεταβλητής πρόβλεψης. Είναι ένας συνώνυμος όρος για την εξαρτημένη μεταβλητή.

#### 1.5.1.2. Κλίμακες μέτρησης ①

Οι μεταβλητές μπορούν να πάρουν διάφορες μορφές και να έχουν διάφορα επίπεδα ανάλυσης. Η σχέση μεταξύ αυτού που πραγματικά μετριέται και των αριθμών που το εκφράζουν, ορίζεται ως **κλίμακα μέτρησης (level of measurement)**. Γενικά οι μεταβλητές μπορούν να διακριθούν σε κατηγορικές και συνεχείς και μπορούν να έχουν διάφορες κλίμακες μέτρησης.

Μια **κατηγορική μεταβλητή (categorical variable)** αφορά κατηγορίες πραγμάτων. Για παράδειγμα, κατηγορική μεταβλητή είναι το είδος στο οποίο ανήκουμε ως ζωντανοί οργανισμοί. Είμαστε είτε άνθρωποι, είτε γάτες, είτε νυχτερίδες είτε οτιδήποτε άλλο – δεν είμαστε λίγο γάτες και λίγο νυχτερίδες ή άνθρωποι-νυχτερίδες (βλ. Μπάτμαν) ή γυναίκες-γάτες (βλ. Κάτγουμαν). Μια κατηγορική μεταβλητή ορίζει λοιπόν διακριτές οντότητες. Στην απλούστερη μορφή της μια κατηγορική μεταβλητή ορίζει δύο διακριτές εναλλακτικές, όπως άντρες και γυναίκες. Αυτή η μορφή είναι γνωστή ως **δυσδική μεταβλητή (binary variable)**. Άλλα παραδείγματα δυαδικών μεταβλητών είναι οι ζωντανοί και οι νεκροί, οι έγκυες και οι μη έγκυες γυναίκες, όσοι έχουν απαντήσει «ναι» σε μία ερώτηση και όσοι έχουν απαντήσει «όχι». Σε όλες αυτές τις περιπτώσεις υπάρχουν δύο μόνο κατηγορίες, αμοιβαία αποκλειόμενες (μια οντότητα μπορεί να ανήκει σε μία μόνο από αυτές).

Όταν οι διακριτές εναλλακτικές στις οποίες αναφέρεται μια κατηγορική μεταβλητή είναι περισσότερες από δύο, τότε η μεταβλητή ονομάζεται **ονομαστική μεταβλητή (nominal variable)**. Είναι σαφές και κατανοητό ότι στις ονομαστικές μεταβλητές δεν έχουν νόημα οι αριθμητικές πράξεις (αν πολλαπλασιάσουμε έναν άνθρωπο με μια γάτα, το αποτέλεσμα δεν θα είναι ένας... γατάνθρωπος). Παρ' όλα αυτά αρκετές φορές χρησιμοποιούμε αριθμούς για να διακρίνουμε τις ονομαστικές μεταβλητές. Ας πάρουμε για παράδειγμα τους αριθμούς στις φανέλες ενός ομαδικού αθλήματος όπως το ράγκμπι. Στο συγκεκριμένο σπορ οι αριθμοί αναφέρονται σε συγκεκριμένες θέσεις στο γήπεδο. Για παράδειγμα, τον αριθμό 10 τον φορά ο παίκτης που παίζει στον μεσαίο χώρο του γηπέδου<sup>9</sup> και το 2 ο αμυντικός παίκτης μπροστά από το τέρμα. Αυτοί οι αριθμοί δεν μας λένε τίποτα περισσότερο παρά

9. Σε αντίθεση με το αμερικανικό ποδόσφαιρο, στο οποίο ένας αμυντικός μπορεί να φορά οποιονδήποτε αριθμό στη φανέλα του από το 1 μέχρι το 19.



μόνο τη θέση των παικτών στο γήπεδο. Θα μπορούσαν χωρίς πρόβλημα αντί για τους αριθμούς 10 και 2 να χρησιμοποιηθούν τα σύμβολα M και A αντίστοιχα. Ο παίκτης με τον αριθμό 10 στη φανέλα δεν είναι κατ' ανάγκη καλύτερος από τον παίκτη με τον αριθμό 2 (οι περισσότεροι προπονητές βέβαια δεν θα ήθελαν το δεκάρι τους να παίζει στη θέση του αμυντικού τους). Είναι εξίσου σαφές ότι και στις ονομαστικές μεταβλητές που συμβολίζονται με αριθμούς δεν έχουν νόημα οι αριθμητικές πράξεις. Αυτό που μπορούμε να κάνουμε με τις ονομαστικές μεταβλητές είναι να διερευνήσουμε τη



### Η τετραπέρατη Τζέιν 1.2

*Δεδομένα που αναφέρουν τα ίδια τα υποκείμενα* ①

Συχνά τα δεδομένα των ερευνών αναφέρονται από τα ίδια τα υποκείμενα που μελετώνται. Αυτά τα δεδομένα είναι πολλές φορές τακτικά (ordinal). Φανταστείτε δύο κριτές του τηλεοπτικού «X-Factor» που βαθμολογούν το τραγούδι ενός συμμετέχοντα χρησιμοποιώντας μία κλίμακα από το 1 έως το 10.

Μπορούμε να είμαστε σίγουροι ότι ένας κριτής που βαθμολογεί έναν συμμετέχοντα με 10 τον θεωρεί ταλαντούχο σε σχέση με έναν άλλο κριτή που βαθμολογεί τον ίδιο συμμετέχοντα με 2. Από την άλλη, πόσο σίγουροι είμαστε ότι ο πρώτος κριτής θεωρεί τον συμμετέχοντα πέντε φορές πιο ταλαντούχο από όσο τον θεωρεί ο δεύτερος; Και αν και οι δύο κριτές βαθμολογήσουν τον συμμετέχοντα με 8, είμαστε σίγουροι ότι και οι δύο θεωρούν ότι έχει το ίδιο επίπεδο ταλέντου; Ίσως όχι! Πολύ πιθανόν η βαθμολόγησή τους να στηρίζεται σε διαφορετικές υποκειμενικές απόψεις σχετικά με το τι συνιστά «ταλέντο στο τραγούδι». Γι' αυτόν το λόγο σε κάθε περίπτωση στην οποία ζητούμε από ανθρώπους να βαθμολογήσουν υποκειμενικά κάτι (για παράδειγμα ένα προϊόν ή πόσο κατανόησαν τις οδηγίες χρήσης ενός φαρμάκου), θα έπρεπε να αντιμετωπίζουμε τα δεδομένα της αποτίμησης ως τακτικές μεταβλητές, αν και πολλοί επιστήμονες δεν το κάνουν αυτό.

συχνότητα εμφάνισης. Για παράδειγμα, θα μπορούσαμε να εξετάσουμε το ποσοστό των πετυχημένων τελικών προσπαθειών που έχουν οι παίκτες οι οποίοι παίζουν στον μεσαίο χώρο του γηπέδου και να το συγκρίνουμε με το αντίστοιχο ποσοστό των παικτών που παίζουν στην άμυνα.

Μέχρι τώρα τις κατηγορικές μεταβλητές που μελετήσαμε (π.χ. διάφορα είδη αναψυκτικών τύπου Cola που είναι σπερματοκτόνα) δεν τις διατάξαμε με βάση μια τάξη πραγμάτων ή ιεράρχηση, αν και μπορούμε να το κάνουμε (π.χ. με βάση την περιεκτικότητα της ουσίας cola στους διάφορους τύπους αναψυκτικών). Όταν οι κατηγορικές μεταβλητές διατάσσονται με κάποια λογική, τότε μιλάμε για **τακτικές ή ιεραρχικές μεταβλητές (ordinal variable)**. Τα δεδομένα που κωδικοποιούνται με τακτικές μεταβλητές μάς πληροφορούν όχι μόνο ότι τα πράγματα συνέβησαν, αλλά και για τη λογική σειρά με την οποία αυτά συνέβησαν. Παρ' όλα αυτά, οι τακτικές μεταβλητές δεν μας πληροφορούν για τις διαφορές των τιμών. Ας το δούμε με ένα παράδειγμα. Η τηλεοπτική εκπομπή «X-Factor» είναι ένα παιχνίδι που παίζεται σε πολλές χώρες σε όλο τον κόσμο και στο οποίο φερέλπιδες τραγουδιστές και τραγουδίστριες συναγωνίζονται με έπαθλο ένα συμβόλαιο δισκογραφικής εταιρείας. Πρόκειται για μια δημοφιλή εκπομπή που (με βάση μια απαισιόδοξη προσέγγιση) αντικατοπτρίζει το γεγονός ότι η σύγχρονη δυτική κοινωνία εκτιμά περισσότερο την «τύχη» παρά τη σκληρή δουλειά (και αυτό δεν έχει καμία σχέση με την πικρία που νιώθω επειδή πέρασα τόσα χρόνια προσπαθώντας να μάθω ένα μουσικό όργανο και να γράψω μουσική, χωρίς αποτέλεσμα). Τέλος πάντων, φανταστείτε τρεις νικητές ενός αγγλικού «X-Factor», την Μπίλι, τη Φρίμα και την Ελίζαμπεθ. Τα ονόματά τους δεν μας παρέχουν καμία πληροφορία σχετικά με το τι έκαναν στο παιχνίδι. Αν, όμως, αντί να τις κατηγοριοποιήσουμε με βάση τα ονόματά τους, τις κατηγοριοποιήσουμε με βάση την κατάταξή τους στο παιχνίδι, δηλαδή ως πρώτη, δεύτερη και τρίτη, τότε η κατηγοριοποίησή μας είναι διατεταγμένη σε σειρά, σε τάξη. Χρησιμοποιώντας διατεταγμένες σε τάξη κατηγορίες γνωρίζουμε ποια κέρδισε, ποια ήρθε δεύτερη και ποια τρίτη. Εξακολουθούμε όμως να μην γνωρίζουμε τίποτα για τις πραγματικές διαφορές τους. Δεν γνωρίζουμε δηλαδή πόσο καλύτερη από τις άλλες ήταν η νικήτρια. Η Μπίλι θα μπορούσε να είχε νικήσει τη Φρίμα και την Ελίζαμπεθ με πολύ μεγάλη διαφορά στις ψήφους, θα μπορούσε όμως και να είχε νικήσει και με μία μόνο ψήφο διαφορά. Συνεπώς οι τακτικές μεταβλητές, παρ' ότι



### Η τετραπέρατη Τζέιν 1.3

#### Συνεχείς και διακριτές μεταβλητές ①

Η κατηγοριοποίηση των μεταβλητών σε διακριτές και συνεχείς μπορεί να προκαλέσει σύγχυση. Καταρχάς υπάρχουν περιπτώσεις που δεδομένα, ενώ μπορούν να μετρηθούν ως συνεχείς

μεταβλητές, μετριοούνται ως διακριτές. Για παράδειγμα, η ηλικία ενός ανθρώπου δεν μετρείται σε νανοδευτερόλεπτα αλλήλα σε χρόνια ή μήνες. Με τον τρόπο αυτό μια συνεχής μεταβλητή (ηλικία σε νανοδευτερόλεπτα) μετατρέπεται σε διακριτή (ηλικία σε χρόνια). Επίσης υπάρχουν περιπτώσεις που δεδομένα, ενώ μετριοούνται ως διακριτές μεταβλητές, αντιμετωπίζονται ως συνεχείς. Για παράδειγμα ο αριθμός των «σχέσεων» ενός νέου ή νέας. Παρ' ότι ο αριθμός αυτός δεν μπορεί παρά να είναι ακέραιος, διαβάζουμε σε περιοδικά ότι «ο μέσος αριθμός των σχέσεων των νέων κοριτσιών μέχρι την ηλικία των 20 ετών αυξήθηκε από 4.9 σε 8.9». Αυτή η δήλωση στηρίζεται στην υπόθεση ότι η συγκεκριμένη μεταβλητή (αριθμός των σχέσεων) είναι συνεχής, αλλήλα φυσικά αυτή η υπόθεση δεν έχει νόημα. Δεν είναι δυνατόν μια κοπέλα να έχει συνάψει 8.9 σχέσεις.

μας δίνουν περισσότερες πληροφορίες σε σχέση με τις κατηγορικές μεταβλητές (μας ενημερώνουν για τη σειρά των πραγμάτων), δεν μας λένε τίποτα σχετικά με τις διαφορές μεταξύ των τιμών στην κλίμακα μέτρησης.

Εκτός από τις κατηγορικές υπάρχουν και οι **συνεχείς μεταβλητές (continuous variables)**, που μας δίνουν μια συγκεκριμένη βαθμολογία για κάθε μετρούμενο υποκείμενο της έρευνας, η οποία μπορεί να έχει μια οποιαδήποτε τιμή. Οι συνεχείς μεταβλητές διακρίνονται σε δύο τύπους. Ο πρώτος τύπος που συναντάμε είναι αυτός των **διαστημάτων (interval variable)**. Τα δεδομένα που μετριοούνται σε μεταβλητές διαστημάτων είναι πιο εύχρηστα σε σχέση με αυτά που μετριοούνται σε τακτικές μεταβλητές· τα περισσότερα στατιστικά τεστ μάλιστα που παρουσιάζονται σε αυτό το βιβλίο, αξιοποιούν τέτοια δεδομένα. Για να πούμε ότι κάποια δεδομένα είναι ίσων διαστημάτων, πρέπει να είμαστε σίγουροι ότι στην κλίμακα που μετράμε τα διαστήματα αντικατοπτρίζουν ίσες διαφορές. Για παράδειγμα, στον ιστότοπο [www.ratemyprofessors.com](http://www.ratemyprofessors.com) οι φοιτητές και οι φοιτήτριες καλούνται να αξιολογήσουν διάφορες διαστάσεις της διδακτικής επάρκειας των διδασκόντων (αξίζει τον κόπο να δει κάποιος τις ενστάσεις που διατυπώνουν οι διδάσκοντες στις αρνητικές αξιολογήσεις). Κάθε διάσταση (π.χ. παροχή βοήθειας, σαφήνεια λόγου κ.ά.) αποτιμάνται σε μια κλίμακα από το 1 έως το 5. Για να θεωρηθεί μια κλίμακα ως κλίμακα ίσων διαστημάτων, θα πρέπει η διαφορά από το 1 έως το 2 να είναι ίδια με τη διαφορά από το 3 έως το 4 ή από το 4 έως το 5. Επίσης, η διαφορά από το 1 έως το 3 θα πρέπει να είναι ίδια με τη διαφορά από το 3 έως το 5. Βέβαια, κάποιες φορές μεταβλητές που στην ουσία είναι τακτικές εκλαμβάνονται ως μεταβλητές ίσων διαστημάτων – βλ. Τετραπέρατη Τζέιν 1.3.

Οι **μεταβλητές λόγου (ratio variables)** (ο δεύτερος τύπος συνεχών μεταβλητών) έχουν τις ίδιες ιδιότητες με τις μεταβλητές ίσων διαστημάτων και επιπλέον εμπεριέχουν το απόλυτο μηδέν στην περίπτωση απουσίας της μετρούμενης οντότητας. Λόγω δε της ύπαρξης του μηδενός επιτρέπονται όλες οι αριθμητικές πράξεις. Στο παράδειγμα της αξιολόγησης της διδακτικής επάρκειας, αν η μεταβλητή ήταν αναλογική, θα σήμαινε ότι αν ένας διδάσκων στην παροχή βοήθειας είχε αξιολογηθεί με 4, τότε παρείχε διπλάσια βοήθεια από αυτόν που αξιολογήθηκε με 2. Ο χρόνος αντίδρασης σε κάποιο ερέθισμα είναι ένα καλό παράδειγμα μεταβλητής λόγου. Όταν μετράμε τον χρόνο αντίδρασης, τότε όχι μόνο η διαφορά μεταξύ των 300 και 350 χιλιοστών του δευτερολέπτου (ms) (δηλαδή τα 50 ms) είναι ίδια με τη διαφορά μεταξύ των 422 και 472 ms, αλλά και τα 200 ms είναι διπλάσιος χρόνος αντίδρασης από τα 100 ms, και μισός σε σχέση με τα 400 ms.

Οι **συνεχείς μεταβλητές** μπορούν να είναι ταυτόχρονα και διακριτές. Αυτή είναι μια διάκριση που ξεγελάει (βλ. Τετραπέρατη Τζέιν 1.3). Μια πραγματικά συνεχής μεταβλητή μπορεί να μετρηθεί σε οποιοδήποτε επίπεδο ακρίβειας, ενώ μια **διακριτή μεταβλητή** μπορεί να πάρει συγκεκριμένες τιμές, συνήθως ακέραιους αριθμούς. Τι σημαίνει αυτό; Στο παράδειγμα της αξιολόγησης της διδακτικής επάρκειας οι μεταβλητές είναι διακριτές. Το εύρος της κλίμακας κυμαίνεται μεταξύ του 1 και του 5, ενώ οι μόνες τιμές που υπάρχουν είναι τα 1, 2, 3, 4 και 5. Δεν μπορούμε να εισαγάγουμε την τιμή 4.32 ή 2.18. Παρ' ότι υποκρύπτεται θεωρητικά μια συνεχής κλίμακα (π.χ. έχει νόημα μια αποτίμηση 3.28), στην

πραγματικότητα οι τιμές που χρησιμοποιούνται είναι περιορισμένες. Μια συνεχής μεταβλητή αφορά κάτι που μπορεί να μετρηθεί σε οποιοδήποτε επίπεδο ακρίβειας (μπορεί να είσαι 34 ετών, 7 μηνών, 21 ημερών, 10 ωρών, 55 λεπτών, 10 δευτερολέπτων και 100 χιλιοστών του δευτερολέπτου).



### Το σκονάκι της Σαμ

### Κλίμακες μέτρησης

Οι μεταβλητές μπορούν να διακριθούν σε κατηγορικές και συνεχείς, και οι δύο αυτοί τύποι μετριοούνται σε διαφορετικές κλίμακες μέτρησης:

1. Κατηγορικές (οντότητες που χωρίζονται σε συγκεκριμένες κατηγορίες):
  - Δυαδικές μεταβλητές: Υπάρχουν μόνο δύο κατηγορίες (π.χ. νεκροί, ζωντανοί).
  - Ονομαστικές μεταβλητές: Υπάρχουν περισσότερες από δύο κατηγορίες (π.χ. παμφάγοι, φυτοφάγοι, σαρκοφάγοι).
  - Τακτικές ή ιεραρχικές μεταβλητές: Έχουν τις ίδιες ιδιότητες με τις ονομαστικές και επιπλέον οι κατηγορίες τους έχουν μια λογική σειρά (άτομα που απέτυχαν στις εξετάσεις, άτομα που απλώς πέρασαν και άτομα που διακρίθηκαν).
2. Συνεχείς (οντότητες που παίρνουν μια συγκεκριμένη τιμή):
  - Μεταβλητές διαστημάτων: Ίσα διαστήματα στη μεταβλητή αναπαριστούν ίσες διαφορές σε αυτό που μετριέται (π.χ. η διαφορά μεταξύ 6 και 8 είναι ίση με τη διαφορά μεταξύ 13 και 15).
  - Μεταβλητές λόγου: Έχουν τις ίδιες ιδιότητες με τις μεταβλητές διαστημάτων και επιπλέον οι αριθμητικές πράξεις στις τιμές τους έχουν νόημα (π.χ. ένα άτομο που εμφανίζει άγχος που αποτιμάται σε μία κλίμακα με βαθμολογία 16 έχει διπλάσιο άγχος από ένα άτομο με βαθμολογία 8 στην ίδια κλίμακα).

### 1.5.2. Σφάλμα μέτρησης ①

Πρέπει στο σημείο αυτό να αναφέρουμε ότι άλλο πράγμα είναι η μέτρηση μεταβλητών και άλλο η ακριβής μέτρηση των μεταβλητών. Ιδανικά, θα θέλαμε το μέτρο της μέτρησης να είναι διαμορφωμένο έτσι, ώστε οι μετρήσεις να έχουν την ίδια ερμηνεία και την ίδια ακρίβεια ανεξάρτητα τόσο από τον χρόνο όσο και από τις συνθήκες. Το βάρος είναι ένα καλό παράδειγμα: θα περιμέναμε οι μετρήσεις του βάρους μας να είναι ίδιες ανεξάρτητα από το ποιος το μετρά ή από το πού το μετράμε (δεδομένου βέβαια ότι το μετράμε στη γη και όχι σε κάποιο σημείο εκτός του πεδίου βαρύτητας). Μερικές φορές οι μεταβλητές μπορούν να μετριοούνται απευθείας (κέρδος, βάρος, ύψος), ενώ σε κάποιες άλλες περιπτώσεις είμαστε αναγκασμένοι να προβαίνουμε σε έμμεσες μετρήσεις, όπως είναι οι προσωπικές αναφορές, τα ερωτηματολόγια και οι μηχανογραφικοί υπολογισμοί (απλώς για να αναφέρω κάποιους τρόπους έμμεσων μετρήσεων).

As επιστρέψουμε στο παράδειγμα των αναψυκτικών τύπου Cola τα οποία θεωρούνται σπερματοκτόνα και as υποθέσουμε ότι αναμιγνύουμε σε έναν δοκιμαστικό σωλήνα σπέρμα με λίγο αναψυκτικό και σε έναν άλλο σπέρμα με νερό. Έπειτα από λίγα λεπτά μετράμε την κινητικότητα των σπερματοζωαρίων και δεν βρίσκουμε καμία διαφορά στα δύο δείγματα. Περνούν κάποια χρόνια και, μια και η Cola και το σπέρμα δεν είναι ερευνητικά ζητήματα υψηλής προτεραιότητας, ο Dr Jack Q. Late επαναλαμβάνει την έρευνα. Βρίσκει λοιπόν ότι η κινητικότητα των σπερματοζωαρίων στο δείγμα με το αναψυκτικό ήταν μικρότερη από αυτήν του δείγματος με το νερό. Υπάρχουν δύο ζητήματα που σχετίζονται με τη μέτρηση και που μπορούν να ερμηνεύσουν την επιτυχία του Dr Late και τη δική μας αποτυχία: (1) Ο Dr Late μπορεί να χρησιμοποίησε περισσότερο αναψυκτικό (ίσως απαιτείται μια κρίσιμη μάζα του αναψυκτικού για να επιδράσει ως σπερματοκτόνο), (2) ίσως ο Dr Late μέτρησε διαφορετικά από εμάς την κινητικότητα.

Με τα παραπάνω εξηγείται γιατί οι χημικοί και οι φυσικοί έχουν αφιερώσει ατελείωτες ώρες προκειμένου να καταλήξουν σε καθορισμένες μονάδες μέτρησης. Αν αναφέρατε, για παράδειγμα, ότι χρησιμοποίησατε 100 ml Cola και 5 ml σπέρματος, τότε ο Dr Late θα μπορούσε να διασφαλίσει ότι χρησιμοποίησατε τις ίδιες αναλογίες, καθώς τα χιλιοστόλιτρα (ml) είναι σταθερή μονάδα μέτρησης,