

Εισαγωγή

Η αλγοριθμική τέχνη των αποφάσεων

Φανταστείτε ότι ψάχνετε ένα διαμέρισμα στο Σαν Φρανσίσκο – μάλλον τη χειρότερη αμερικανική πόλη όπου θα μπορούσατε να ψάχνετε διαμέρισμα. Η άνθηση του κλάδου των νέων τεχνολογιών και η αυστηρή πολεοδομική νομοθεσία που θέτει περιορισμούς στην κατασκευή νέων κτιρίων έχουν συνωμοτήσει για να κάνουν την πόλη εξίσου ακριβή με τη Νέα Υόρκη, και κατά πολλούς πιο ανταγωνιστική. Νέες αγγελίες ανεβαίνουν και κατεβαίνουν μέσα σε λίγα λεπτά, στα ελεύθερα σπίτια γίνεται συνωστισμός υποψήφιων ενοικιαστών, και συχνά τα κλειδιά καταλήγουν στα χέρια όποιου μπορεί να χώσει πρώτος στα χέρια του ιδιοκτήτη μια επιταγή ως προκαταβολή.

Μια τέτοια ξέφρενη αγορά αφήνει λίγα περιθώρια σε κάποιον να συλλέξει πληροφορίες και να τις αξιολογήσει όπως υποτίθεται ότι θα έκανε ένας ορθολογικός καταναλωτής. Σε αντίθεση, φερ' ειπείν, με τους πελάτες ενός εμπορικού κέντρου ή με όσους κάνουν αγορές μέσω του Διαδικτύου, οι οποίοι μπορούν να συγκρίνουν μεταξύ τους τις διάφορες επιλογές πριν καταλήξουν σε κάποια απόφαση, οι επίδοξοι κάτοικοι του Σαν Φρανσίσκο πρέπει να αποφασίσουν άμεσα είτε να πάρουν το διαμέρισμα που βλέπουν εκείνη τη στιγμή, απαρνούμενοι όλα τα υπόλοιπα, είτε να φύγουν και να το εγκαταλείψουν οριστικά.

Ας υποθέσουμε προς στιγμήν, χάριν απλότητας, ότι το μόνο που μας ενδιαφέρει είναι να μεγιστοποιήσουμε την πιθανότητα να εξασφαλίσουμε το καλύτερο διαθέσιμο διαμέρισμα. Στόχος μας είναι να περιορίσουμε στο απολύτως ελάχιστο τη δίδυμη μεταμέλεια, εν είδει Σκύλλας και Χάρυβδης, «εκείνου που αφήσαμε να χαθεί» και «της πέτρας που δεν σηκώσαμε». Ευθύς εξαρχής, αντιμετωπίζουμε το εξής δίλημμα: Πώς μπορούμε να ξέρουμε ότι κάποιο διαμέρισμα είναι πράγματι το καλύτερο χωρίς να διαθέτουμε κάποια κριτήρια με βάση τα οποία να αξιολογούμε; Και πώς μπορούμε να καταλήξουμε σε αυτά τα κριτήρια χωρίς να δούμε (και να χάσουμε) κάποια διαμερίσματα; Όσες

περισσότερες πληροφορίες συλλέξουμε, τόσο πιο καλά θα αναγνωρίσουμε τη σωστή ευκαιρία όταν τη δούμε – αλλά και τόσο πιο πιθανό είναι να την έχουμε ήδη αφήσει να μας ξεφύγει.

Επομένως, τι κάνουμε; Πώς μπορούμε να πάρουμε μια εμπειριστατωμένη απόφαση όταν η ίδια η πράξη της συλλογής των απαραίτητων πληροφοριών υποσκάπτει την επιθυμητή έκβαση; Πρόκειται για μια πολύ δύσκολη κατάσταση, στα όρια του παράδοξου.

Αν τους τεθεί ένα τέτοιου είδους πρόβλημα, οι περισσότεροι άνθρωποι θα πουν με βάση τη διαίσθησή τους κάτι του τύπου ότι χρειάζεται μια ισορροπία ανάμεσα στο να «κοιτάξουμε» και να «ορμήσουμε» – ότι πρέπει κανείς να δει αρκετά διαμερίσματα για να διαμορφώσει κάποια κριτήρια, και στη συνέχεια να πάρει όποιο διαμέρισμα ικανοποιεί αυτά τα κριτήρια. Αυτή η έννοια της ισορροπίας είναι, πράγματι, σωστή. Αυτό που δεν μπορούν να πουν με βεβαιότητα οι περισσότεροι άνθρωποι είναι ποια είναι αυτή η ισορροπία. Ευτυχώς, υπάρχει απάντηση.

Τριάντα επτά τοις εκατό.

Αν θέλουμε να έχουμε τις καλύτερες πιθανότητες να αποκτήσουμε το καλύτερο διαμέρισμα, πρέπει να ξοδέψουμε το 37% της αναζήτησης διαμερίσματος (11 μέρες, αν διαθέτουμε έναν μήνα για την αναζήτηση) εξετάζοντας διάφορες επιλογές χωρίς να δεσμευόμαστε. Πρέπει να αφήσουμε το μπλοκ επιταγών στο σπίτι· σε αυτή τη φάση απλώς «βαθμονομούμε». Μετά από αυτό το σημείο, όμως, πρέπει να είμαστε έτοιμοι να δεσμευτούμε αμέσως – με κάποια προκαταβολή ή ό,τι άλλο χρειαστεί – στο πρώτο διαμέρισμα που θα δούμε και θα είναι καλύτερο απ' όσα θα έχουμε δει προηγουμένως. Δεν πρόκειται απλώς για έναν διαισθητικά ικανοποιητικό συμβιβασμό μεταξύ του να κοιτάμε και του να ορμάμε. Είναι *αποδεδειγμένα η βέλτιστη λύση*.

Ο λόγος που το γνωρίζουμε είναι ότι η εύρεση διαμερίσματος ανήκει σε μια κατηγορία μαθηματικών προβλημάτων που ονομάζονται προβλήματα «βέλτιστης διακοπής». Ο κανόνας του 37% ορίζει μια απλή διαδοχή βημάτων – αυτό που οι επιστήμονες υπολογιστών ονομάζουν «αλγόριθμο» – για την επίλυση αυτών των προβλημάτων. Και η αναζήτηση διαμερίσματος είναι μία μόνο από τις περιπτώσεις όπου εμφανίζεται η βέλτιστη διακοπή στην καθημερινή ζωή. Η αποδοχή ή η αποποίηση διαδοχικών επιλογών είναι ένα σχήμα που εμφανίζεται επανειλημμένα στη ζωή, με ελαφρά διαφορετικές ενσαρκώσεις. Πόσες φορές να κάνουμε τον γύρο του τετραγώνου πριν να παρκάρουμε; Πόσο να παίζουμε με τη φωτιά σε ένα ριψοκίνδυνο επιχειρηματικό εγχείρημα πριν ρευστοποιήσουμε τη συμμετοχή μας; Πόσο να περιμένουμε μια καλύτερη προσφορά για ένα σπίτι ή αυτοκίνητο;

Το ίδιο ερώτημα εμφανίζεται και σε μια ακόμη πιο φορτισμένη περίπτωση: την αναζήτηση συντρόφου. Η βέλτιστη διακοπή είναι η επιστήμη της σειριακής μονογαμίας.

Υπάρχουν απλοί αλγόριθμοι που προσφέρουν λύσεις όχι μόνο για την αναζήτηση διαμερίσματος αλλά και για όλες αυτές τις καταστάσεις της ζωής όπου βρισκόμαστε αντιμέτωποι με το ερώτημα της βέλτιστης διακοπής. Οι άνθρωποι παλεύουν καθημερινά με αυτά τα ζητήματα –αν και σίγουρα οι ποιητές έχουν ξοδέψει περισσότερο μελάνι για τα βάσανα του έρωτα παρά για την ταλαιπωρία του παρκάρσματος– και σε κάποιες περιπτώσεις η μάχη αυτή συνοδεύεται από μεγάλο άγχος. Το άγχος όμως είναι περιττό. Μαθηματικά, τουλάχιστον, τα προβλήματα αυτά έχουν λυθεί.

Όλοι οι αγχωμένοι ενοικιαστές, οδηγοί και μνηστήρες που βλέπουμε γύρω μας κάθε μέρα ουσιαστικά ανακαλύπτουν εκ νέου τον τροχό. Δεν χρειάζονται ψυχαναλυτή· χρειάζονται έναν αλγόριθμο. Ο ψυχαναλυτής τούς λέει να βρουν τη σωστή, βολική ισορροπία μεταξύ αυθορμητισμού και υπερανάλυσης.

Ο αλγόριθμος τους λέει ότι η ισορροπία είναι τριάντα επτά τοις εκατό.



Υπάρχει ένα ιδιαίτερο σύνολο προβλημάτων που αντιμετωπίζουν όλοι οι άνθρωποι, προβλήματα που απορρέουν άμεσα από το γεγονός ότι η ζωή μας δραματίζεται σε πεπερασμένο χώρο και χρόνο. Τι θα πρέπει να κάνουμε και τι να αφήσουμε ανολοκλήρωτο, σε μια μέρα ή σε μια δεκαετία; Πόση ακαταστασία θα πρέπει να αποδεχτούμε – και πόση τάξη είναι υπερβολική; Ποια ισορροπία μεταξύ νέων και αγαπημένων εμπειριών μάς προσφέρει μεγαλύτερη ικανοποίηση στη ζωή;

Αν και αυτά τα προβλήματα φαίνεται να αφορούν μόνο τους ανθρώπους, αυτό δεν ισχύει. Εδώ και πάνω από μισό αιώνα, οι επιστήμονες υπολογιστών παλεύουν με τα ισοδύναμα των καθημερινών αυτών διλημμάτων (και σε πολλές περιπτώσεις τα λύνουν). Πώς θα πρέπει να καταναίμει την «προσοχή» του ένας επεξεργαστής ώστε να εκτελέσει όλα όσα του ζητάει ο χρήστης, με την ελάχιστη επιβάρυνση και στον ελάχιστο χρόνο; Πότε πρέπει να μεταβεί από τη μια εργασία στην άλλη, και πόσες εργασίες πρέπει κατ' αρχήν να αναλάβει; Ποιος είναι ο καλύτερος τρόπος να χρησιμοποιήσει την πεπερασμένη μνήμη που διαθέτει; Πρέπει να συλλέξει περισσότερα δεδομένα ή να ενεργήσει βάσει των δεδομένων που ήδη διαθέτει; Το να αδράξουμε τη μέρα μπορεί να είναι δύσκολο για εμάς τους ανθρώπους, αλλά οι υπολογιστές γύρω μας αδράχνουν τα χιλιοστά του δευτερολέπτου με μεγάλη ευκολία. Και έχουμε πολλά να μάθουμε από τον τρόπο που το κάνουν.

Το να συζητάει κανείς για αλγορίθμους με πεδίο εφαρμογής την ανθρώπινη ζωή ίσως να ακούγεται αλλόκοτο. Για πολλούς, η λέξη «αλγόριθμος» παραπέμπει στις μυστηριώδεις και ακατάληπτες μηχανογραφίες των μεγάλων δεδομένων, των μεγάλων κυβερνήσεων και των μεγάλων επιχειρήσεων: παρότι αποτελούν ολοένα και περισσότερο μέρος της υποδομής του σύγχρονου κό-

σμου, δεν είναι σε καμία περίπτωση πηγή πρακτικής σοφίας ή συμβουλών για τα ανθρώπινα ζητήματα. Ένας αλγόριθμος, όμως, είναι απλώς μια ακολουθία βημάτων που χρησιμοποιούνται για την επίλυση ενός προβλήματος, και οι αλγόριθμοι είναι κάτι πολύ ευρύτερο –και πολύ παλαιότερο– από τους υπολογιστές. Πολύ πριν να χρησιμοποιηθούν για πρώτη φορά από τις μηχανές, οι αλγόριθμοι χρησιμοποιούνταν από τους ανθρώπους.

Η λέξη «αλγόριθμος» προέρχεται από το όνομα του Πέρση μαθηματικού Αλ Χουαρίζμι, συγγραφέα ενός βιβλίου του ένατου αιώνα πάνω σε τεχνικές για την εκτέλεση μαθηματικών υπολογισμών με το χέρι. (Το βιβλίο του είχε τίτλο *Αλ-τζαμπρ ουάλ μουκαμπάλα*¹ – και από τη λέξη «αλ-τζαμπρ» του τίτλου αυτού προέρχεται η λέξη «άλγεβρα».) Οι πρώτοι γνωστοί μαθηματικοί αλγόριθμοι, ωστόσο, είναι προγενέστεροι ακόμη και του έργου του Αλ Χουαρίζμι: μια σουμερική πήλινη πινακίδα τεσσάρων χιλιάδων ετών που βρέθηκε κοντά στη Βαγδάτη περιγράφει μια μέθοδο για μακρά διαίρεση.²

Οι αλγόριθμοι, όμως, δεν περιορίζονται στα μαθηματικά. Όταν παρασκευάζουμε ψωμί βάσει μιας συνταγής, ακολουθούμε έναν αλγόριθμο. Όταν πλέκουμε ένα πουλόβερ βάσει κάποιου μοτίβου, ακολουθούμε έναν αλγόριθμο. Όταν λαξεύουμε μια αιχμηρή ακμή σε ένα κομμάτι πυριτόλιθο με μια συγκεκριμένη ακολουθία χτυπημάτων με την άκρη ενός ελαφοκέρατου³ –ένα κρίσιμο βήμα για την κατασκευή κοφτερών λίθινων εργαλείων– ακολουθούμε έναν αλγόριθμο. Οι αλγόριθμοι αποτελούν μέρος της τεχνολογίας του ανθρώπου ήδη από τη Εποχή του Λίθου.



Σε αυτό το βιβλίο, εξετάζουμε την ιδέα της *σχεδίασης αλγορίθμων για ανθρώπους* – δηλαδή την αναζήτηση καλύτερων λύσεων για τις προκλήσεις που αντιμετωπίζουν καθημερινά οι άνθρωποι. Η θεώρηση της καθημερινής ζωής από τη σκοπιά της επιστήμης υπολογιστών έχει διάφορες συνέπειες σε πολλά επίπεδα. Σε πιο άμεσο επίπεδο, μας προσφέρει πρακτικές, συγκεκριμένες προτάσεις για το πώς να λύνουμε συγκεκριμένα προβλήματα. Η βέλτιστη διακοπή μάς λέει πότε πρέπει να κοιτάμε και πότε να ορμάμε. Το ισοζύγιο εξερεύνησης/εκμετάλλευσης μάς λέει πώς να βρίσκουμε την ισορροπία μεταξύ της δοκιμής νέων πραγμάτων και της απόλαυσης των αγαπημένων μας. Η θεωρία ταξινόμησης μάς λέει πώς (και αν πρέπει) να τακτοποιούμε το γραφείο μας. Η θεωρία πρόχειρης αποθήκευσης μάς λέει πώς να γεμίζουμε τις ντουλάπες μας. Η θεωρία χρονοπρογραμματισμού μάς λέει πώς να γεμίζουμε τον χρόνο μας.

Στο επόμενο επίπεδο, η επιστήμη υπολογιστών μάς προσφέρει ένα λεξιλόγιο για να κατανοήσουμε τις βαθύτερες αρχές που διέπουν καθένα από αυτά

τα πεδία. Όπως το έχει θέσει ο Καρλ Σέιγκαν, «Η επιστήμη είναι πολύ περισσότερο ένας τρόπος σκέψης παρά ένα σώμα γνώσεων».⁴ Ακόμη και στις περιπτώσεις όπου η ζωή είναι τόσο χαοτική που δεν μπορούμε να προσδοκούμε μια ακριβή αριθμητική ανάλυση ή μια άμεση απάντηση, η χρήση των ιδεών και των εννοιών που έχουν μορφοποιηθεί μέσα από τις απλούστερες μορφές αυτών των προβλημάτων μάς προσφέρει έναν τρόπο να κατανοούμε τα βασικά ζητήματα και να προχωράμε.

Σε ευρύτερο επίπεδο, παρατηρώντας τα πράγματα από τη σκοπιά της επιστήμης υπολογιστών μπορούμε να αντλήσουμε διδάγματα για τη φύση του ανθρώπινου νου, για το νόημα του ορθολογισμού και για το αρχαιότερο όλων των ερωτημάτων: πώς πρέπει να ζούμε. Η θεώρηση της νόησης ως μέσου επίλυσης των θεμελιωδών υπολογιστικών προβλημάτων που θέτει το περιβάλλον μας μπορεί να αλλάξει εντελώς τον τρόπο με τον οποίο αντιλαμβανόμαστε τον ανθρώπινο ορθολογισμό.⁵

Η ιδέα ότι η μελέτη του εσωτερικού τρόπου λειτουργίας των υπολογιστών μπορεί να μας αποκαλύψει πώς να σκεφτόμαστε και να αποφασίζουμε, τι να πιστεύουμε και πώς να φερόμαστε, μπορεί να φαίνεται σε πολλούς όχι μόνο υπερβολικά απλουστευτική, αλλά πραγματική πλάνη. Ακόμα και αν η επιστήμη υπολογιστών είχε κάτι να μας πει για το πώς πρέπει να σκεφτόμαστε και να πράττουμε, θέλουμε άραγε να ακούσουμε; Όταν βλέπουμε την τεχνητή νοημοσύνη και τα ρομπότ της επιστημονικής φαντασίας, έχουμε την αίσθηση πως κανείς μας δεν θα ήθελε μια ζωή σαν τη δική τους.

Εν μέρει, αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι όταν σκεπτόμαστε τους υπολογιστές, τους σκεπτόμαστε ως ψυχρά, μηχανιστικά, αιτιοκρατικά συστήματα: μηχανές που εφαρμόζουν αυστηρή επαγωγική λογική, που παίρνουν αποφάσεις απαριθμώντας εξαντλητικά τις δυνατές επιλογές και προσδιορίζουν την απολύτως σωστή απάντηση ανεξάρτητα από το πόσο χρόνο και πόση προσπάθεια θα πρέπει να καταβάλουν. Πράγματι, ο άνθρωπος που φαντάστηκε πρώτος τους υπολογιστές είχε ουσιαστικά κάτι τέτοιο στο μυαλό του. Ο Άλαν Τιούρινγκ όρισε την έννοια του υπολογισμού ως το ανάλογο ενός ανθρώπου μαθηματικού⁶ που εκτελεί προσεκτικά τα βήματα ενός μακροσκελούς υπολογισμού, ο οποίος καταλήγει σε μια αναμφίβολα σωστή απάντηση.

Ίσως λοιπόν να προκαλεί έκπληξη το γεγονός ότι στην πραγματικότητα οι σύγχρονοι υπολογιστές δεν κάνουν αυτό όταν αντιμετωπίζουν ένα δύσκολο πρόβλημα. Η απλή αριθμητική δεν αποτελεί, βέβαια, ιδιαίτερη πρόκληση για έναν σύγχρονο υπολογιστή. Αντιθέτως, αυτά που συνιστούν πλέον τις μεγαλύτερες προκλήσεις για την επιστήμη υπολογιστών είναι εργασίες όπως η συνομιλία με ανθρώπους, η επιδιόρθωση ενός αλλοιωμένου αρχείου ή η νίκη σε μια παρτίδα Go – προβλήματα όπου οι κανόνες δεν είναι ξεκάθαροι, ένα μέρος της απαιτούμενης πληροφορίας λείπει ή η εύρεση της απόλυτα σωστής

απάντησης θα απαιτούσε να εξεταστεί ένα αστρονομικά μεγάλο πλήθος δυνατοτήτων. Και οι αλγόριθμοι που έχουν αναπτύξει οι ερευνητές για την επίλυση των δυσκολότερων κατηγοριών προβλημάτων έχουν απομακρύνει τους υπολογιστές από την αυστηρή προσήλωση στους εξαντλητικούς υπολογισμούς. Η αντιμετώπιση ρεαλιστικών προβλημάτων απαιτεί ευελιξία στη χρήση τυχαιότητας, ισορροπία μεταξύ χρόνου και ακρίβειας, και εφαρμογή προσεγγίσεων.

Καθώς οι υπολογιστές προσαρμόζονται καλύτερα στα ρεαλιστικά προβλήματα, προσφέρουν όχι μόνο αλγόριθμους τους οποίους μπορούν να δανειστούν οι άνθρωποι για τη δική τους ζωή, αλλά και ένα καλύτερο υπόδειγμα αναφοράς με το οποίο μπορεί να συγκριθεί η ανθρώπινη νόηση. Τις τελευταίες δύο δεκαετίες, τα συμπεριφορικά οικονομικά έχουν αφηγηθεί μια πολύ συγκεκριμένη ιστορία σχετικά με τους ανθρώπους: ότι είμαστε ανορθολογιστές και επιρρεπείς σε λάθη,⁷ κυρίως λόγω του ατελούς, ιδιόμορφου «υλισμικού» (hardware) του εγκεφάλου. Αν και αυτή η ιστορία αυτο-υποτίμησης γίνεται σταδιακά ολοένα και πιο οικεία, παραμένουν ορισμένα βασανιστικά ερωτήματα. Γιατί τα τετράχρονα παιδιά, για παράδειγμα, εξακολουθούν να είναι καλύτερα από υπερυπολογιστές εκατομμυρίων δολαρίων σε πλήθος νοητικών εργασιών, μεταξύ των οποίων η όραση, η γλώσσα και οι αιτιακοί συλλογισμοί;

Οι λύσεις που δίνει η επιστήμη υπολογιστών στα καθημερινά προβλήματα αφηγούνται μια διαφορετική ιστορία για τον ανθρώπινο νου. Η ζωή είναι γεμάτη προβλήματα τα οποία είναι, απλώς, *δύσκολα*. Και τα λάθη που κάνουν οι άνθρωποι συχνά αποκαλύπτουν περισσότερα για τις εγγενείς δυσκολίες του προβλήματος παρά για τη σφαλερότητα του ανθρώπινου εγκεφάλου. Η αλγοριθμική θεώρηση του κόσμου, η κατανόηση των θεμελιωδών δομών των προβλημάτων που αντιμετωπίζουμε και των ιδιοτήτων των λύσεών τους, μπορεί να μας βοηθήσει να αντιληφθούμε πόσο καλοί είμαστε στην πραγματικότητα και να καταλάβουμε καλύτερα τα λάθη που κάνουμε.

Στην πραγματικότητα, οι άνθρωποι βρίσκονται διαρκώς αντιμέτωποι με μερικές από τις δυσκολότερες περιπτώσεις των προβλημάτων που μελετούν οι επιστήμονες υπολογιστών. Συχνά, οι άνθρωποι πρέπει να παίρνουν αποφάσεις υπό συνθήκες αβεβαιότητας, χρονικών περιορισμών και μερικής πληροφορίας σε έναν γρήγορα μεταβαλλόμενο κόσμο. Για μερικές από αυτές τις περιπτώσεις, ούτε η τελευταία λέξη της επιστήμης υπολογιστών δεν έχει επινοήσει ακόμα αποδοτικούς αλγόριθμους που να καταλήγουν πάντα στη σωστή απόφαση. Για ορισμένες καταστάσεις φαίνεται ότι τέτοιου είδους αλγόριθμοι ίσως να μην υπάρχουν καν.

Ακόμη όμως και εκεί όπου δεν έχουν βρεθεί τέλει αλγόριθμοι, η μακροχρόνια μάχη μεταξύ γενεών επιστημόνων υπολογιστών και των πιο δυσεπίλυτων ρεαλιστικών προβλημάτων έχει αποφέρει μια σειρά από γενικές αρχές. Αυτά τα διδάγματα που έχουν κατακτηθεί με κόπο δεν συμφωνούν με τον τρό-

πο που αντιλαμβανόμαστε τον ορθολογισμό, και δεν μοιάζουν καθόλου με τις αυστηρές συνταγές ενός μαθηματικού που προσπαθεί να εντάξει τον κόσμο σε ένα ξεκάθαρο, τυπικό πλαίσιο. Λένε: Μην εξετάζετε πάντα όλες σας τις επιλογές. Μην επιλέγετε αναγκαστικά την έκβαση που φαίνεται να είναι η καλύτερη κάθε φορά. Ανακατέψτε τα πράγματα καμιά φορά. Ταξιδέψτε με λίγες αποσκευές. Αφήστε τα πράγματα να περιμένουν. Εμπιστευτείτε τα ένστικτά σας και μη σκέφτεστε πάρα πολύ. Χαλαρώστε. Στρίψτε ένα κέρμα. Να συγχωρείτε, αλλά να μην ξεχνάτε. Προς τον εαυτό σας να είστε αληθινόι.

Μια ζωή στηριγμένη στη σοφία της επιστήμης υπολογιστών ίσως να μην είναι τόσο άσχημη τελικά. Και σε αντίθεση με τις περισσότερες συμβουλές, στηρίζεται σε αποδείξεις.



Ακριβώς όπως η σχεδίαση αλγορίθμων για τους υπολογιστές ήταν αρχικά ένα αντικείμενο που βρισκόταν στο μεταίχμιο μεταξύ διαφόρων επιστημονικών πεδίων –ένα παράξενο υβρίδιο μαθηματικών και μηχανικής– έτσι και η σχεδίαση αλγορίθμων για τους ανθρώπους είναι ένα ζήτημα που δεν ανήκει εκ φύσεως σε κάποιον συγκεκριμένο επιστημονικό κλάδο. Σήμερα, η σχεδίαση αλγορίθμων αντλεί ιδέες όχι μόνο από την επιστήμη υπολογιστών, τα μαθηματικά και τη μηχανική, αλλά και από συγγενικά πεδία, όπως η στατιστική και η επιχειρησιακή έρευνα. Και καθώς εξετάζουμε με ποιον τρόπο οι αλγόριθμοι που έχουν σχεδιαστεί για μηχανές μπορεί να σχετίζονται με τον ανθρώπινο νου, θα πρέπει επίσης να στρέφουμε το βλέμμα μας στη γνωσιακή επιστήμη, την ψυχολογία, τα οικονομικά και άλλες επιστήμες.

Οι γράφοντες είμαστε εξοικειωμένοι με αυτό το διεπιστημονικό περιβάλλον. Ο Μπράιαν σπούδασε επιστήμη υπολογιστών και φιλοσοφία, ενώ στη συνέχεια ακολούθησε μεταπτυχιακές σπουδές στην αγγλική γλώσσα και μια καριέρα όπου συνδυάζονται και τα τρία. Ο Τομ σπούδασε ψυχολογία και στατιστική, και στη συνέχεια έγινε καθηγητής στο Πανεπιστήμιο της Καλιφόρνιας στο Μπέρκλεϋ, όπου περνάει τον περισσότερο χρόνο του μελετώντας τη σχέση μεταξύ ανθρώπινης νόησης και υπολογισμού. Κανείς όμως δεν μπορεί να είναι ειδικός σε όλα τα πεδία που σχετίζονται με τη σχεδίαση καλύτερων αλγορίθμων για τους ανθρώπους. Έτσι, στο πλαίσιο της αναζήτησής μας για τους αλγορίθμους που πρέπει να ακολουθούμε στη ζωή μας, μιλήσαμε με τους ανθρώπους που επινόησαν μερικούς από τους γνωστότερους αλγορίθμους των τελευταίων πενήντα ετών. Και ρωτήσαμε αυτούς, κάποιους από τους ευφυέστερους ανθρώπους στον κόσμο, πώς επηρέασε η έρευνά τους τον τρόπο με τον οποίο προσεγγίζουν τη ζωή τους – από την εύρεση συζύγου μέχρι τον τρόπο που τακτοποιούν τις κάλτσες τους.

Στις σελίδες που ακολουθούν ξεκινά το ταξίδι μας σε μερικές από τις μεγαλύτερες προκλήσεις που αντιμετωπίζουν τόσο οι υπολογιστές όσο και οι άνθρωποι: πώς να διαχειρίζονται τον πεπερασμένο χώρο, τον πεπερασμένο χρόνο, την περιορισμένη προσοχή, τους άγνωστους αγνώστους, τις ατελείς πληροφορίες και ένα απρόβλεπτο μέλλον· πώς να το κάνουν με χάρη και αυτοπεποίθηση· και πώς να το κάνουν ζώντας μαζί με άλλους που προσπαθούν όλοι να κάνουν ταυτόχρονα το ίδιο. Θα μάθουμε για τη θεμελιώδη μαθηματική δομή αυτών των προβλημάτων και για το πώς είναι σχεδιασμένοι οι υπολογιστές –μερικές φορές διαφορετικά απ’ ό,τι φανταζόμαστε– ώστε να τα καταφέρνουν όσο το δυνατόν καλύτερα. Και θα μάθουμε για το πώς λειτουργεί ο νους, για τους ιδιαίτερους αλλά θεμελιωδώς συναφείς τρόπους με τους οποίους αντιμετωπίζει τα ίδια σύνολα προβλημάτων και αντεπεξέρχεται στους ίδιους περιορισμούς. Στην ουσία, αυτό που μπορούμε να αποκομίσουμε δεν είναι μόνο ένα σύνολο από συγκεκριμένα συμπεράσματα για τα προβλήματα που μας περιβάλλουν, όχι μόνο ένας νέος τρόπος θεώρησης των κομψών δομών που κρύβονται πίσω ακόμα και από τα πιο δύσκολα ανθρώπινα διλήμματα, όχι μόνο η αναγνώριση ότι τα βάσανα των ανθρώπων και των υπολογιστών σχετίζονται στενά μεταξύ τους, αλλά κάτι ακόμα βαθύτερο: ένα νέο λεξιλόγιο για τον κόσμο που μας περιβάλλει και μια ευκαιρία να μάθουμε κάτι πραγματικά καινούργιο για τον εαυτό μας.

1 Βέλτιστη διακοπή

Πότε σταματάμε να ψάχνουμε

Μολονότι όλοι οι χριστιανοί ξεκινούν τα γαμήλια προσκλητήρια δηλώνοντας επισήμως ότι ο γάμος τους οφείλεται σε ειδική θεία πρόνοια, εγώ, ως φιλόσοφος, θα ήθελα να μιλήσω λεπτομερέστερα για αυτό...

ΓΙΟΧΑΝΝΕΣ ΚΕΠΛΕΡ¹

Αν από κάθε άλλον προτιμάς τον κ. Μάρτιν, αν νομίζεις ότι είναι ο πιο ευχάριστος άνθρωπος με τον οποίο έχεις κάνει παρέα, γιατί διστάζεις;

ΤΖΕΪΝ ΩΣΤΙΝ, *Έμμα*

Είναι τόσο συνηθισμένο φαινόμενο που οι σύμβουλοι προσανατολισμού στα πανεπιστήμια έχουν καθιερώσει ειδική αργκό για να το περιγράψουν: «χωρισμός της γαλοπούλας».² Τα μέχρι πρότινος ερωτευμένα ζευγάρια λυκειόπαιδων ξανασιμίζουν επιστρέφοντας στην πόλη τους για την Ημέρα των Ευχαριστιών την πρώτη τους χρονιά στο πανεπιστήμιο και, τέσσερις μέρες αργότερα, επιστρέφουν στην πανεπιστημιούπολη έχοντας χωρίσει.

Γεμάτος άγχος, ο Μπράιαν πήγε ως πρωτοετής φοιτητής στον δικό του σύμβουλο προσανατολισμού στο πανεπιστήμιο. Η φιλενάδα που είχε από το λύκειο είχε πάει σε διαφορετικό πανεπιστήμιο αρκετές πολιτείες μακριά, και η απόσταση τους δυσκόλευε. Τους βασάνιζε επίσης ένα πιο περίεργο και πιο φιλοσοφικό ερώτημα: Πόσο καλή ήταν η σχέση τους; Δεν μπορούσαν να τη συγκρίνουν με άλλες σχέσεις για να την αξιολογήσουν. Ο σύμβουλος του Μπράιαν κατάλαβε πως επρόκειτο για το συνηθισμένο δίλημμα των πρωτοετών, και η συμβουλή του ήταν απρόσμενα απαθής: «Συγκέντρωσε δεδομένα».

Είναι προφανές ότι η σειριακή μονογαμία θέτει, εκ φύσεως, όσους την εφαρμόζουν αντιμέτωπους με ένα θεμελιώδες, αναπόφευκτο πρόβλημα. Πότε έχουν συναντήσει αρκετούς ανθρώπους ώστε να γνωρίζουν ποιο είναι το καλύτερο ταίρι τους; Και αν η συγκέντρωση δεδομένων έχει σαν συνέπεια να χάσουν το συγκεκριμένο ταίρι; Φαίνεται να είναι το απόλυτο Catch-22* της καρδιάς.

Όπως είδαμε, το συγκεκριμένο Catch-22, αυτή η κραυγή αγωνίας του γεμάτου άγχος πρωτοετούς φοιτητή, είναι ένα πρόβλημα «βέλτιστης διακοπής», όπως ονομάζεται στη γλώσσα των μαθηματικών, και μάλιστα μπορεί να έχει απάντηση: 37%.

Βέβαια, όλα εξαρτώνται από τις παραδοχές που είμαστε διατεθειμένοι να κάνουμε για τον έρωτα.

Το πρόβλημα της γραμματέως

Σε όλα τα προβλήματα βέλτιστης διακοπής, το κρίσιμο δίλημμα δεν είναι ποια δυνατότητα να *επιλέξουμε*, αλλά πόσες από τις εναλλακτικές δυνατότητες πρέπει κατ' αρχάς να *εξετάσουμε*.³ Τα προβλήματα αυτά δεν αφορούν μόνο τους εραστές και τους ενοικιαστές, αλλά και τους οδηγούς, τους ιδιοκτήτες ακινήτων, τους ληστές και πολλούς άλλους.

Ο **κανόνας του 37%**[†] προέρχεται από τον διασημότερο γρίφο βέλτιστης διακοπής, που είναι γνωστός ως «πρόβλημα της γραμματέως».⁴ Είναι παρόμοιος με το δίλημμα των κυνηγών διαμερισμάτων το οποίο εξετάσαμε νωρίτερα. Φανταστείτε ότι εξετάζουμε μέσω συνεντεύξεων ένα σύνολο από υποψήφιας για μια θέση γραμματέως, και στόχος μας είναι να μεγιστοποιήσουμε την πιθανότητα να προσλάβουμε την καλύτερη υποψήφια από αυτή τη «δεξαμενή». Παρότι δεν έχουμε ιδέα πώς να βαθμολογήσουμε την κάθε υποψήφια, μπορούμε να αποφανθούμε εύκολα ποια προτιμάμε. (Ένας μαθηματικός θα έλεγε ίσως ότι έχουμε πρόσβαση μόνο στα *τακτικά* αριθμητικά –τη σχετική κατάταξη της κάθε υποψήφιας ως προς τις υπόλοιπες– και όχι στα *απόλυτα* αριθμητικά, τις βαθμολογίες των υποψηφίων βάσει κάποιας γενικής κλίμακας.) Οι υποψήφιας προσέρχονται για συνέντευξη με τυχαία σειρά, η μία μετά την άλλη. Μπορούμε να αποφασίσουμε να προσφέρουμε τη θέση σε κάποια υποψήφια οποιαδήποτε στιγμή· είναι εγγυημένο ότι θα δεχτεί τη θέση, οπό-

*Σ.τ.Μ.: Catch-22 είναι μια παράδοξη κατάσταση από την οποία είναι αδύνατο να ξεφύγει κανείς λόγω αντιφατικών κανόνων. Ο όρος πρωτοχρησιμοποιήθηκε από τον Γιόζεφ Χέλερ στο μυθιστόρημα *Catch-22* που εκδόθηκε το 1961.

[†]Οι αλγόριθμοι που αναφέρονται στο βιβλίο υποδεικνύονται με έντονα στοιχεία.

τε η αναζήτηση θα τερματιστεί. Αν όμως εξετάσουμε κάποια υποψήφια και αποφασίσουμε να μην την προσλάβουμε, την έχουμε χάσει για πάντα.

Πολλοί πιστεύουν ότι το πρόβλημα της γραμματέως εμφανίστηκε για πρώτη φορά σε έντυπη μορφή –χωρίς ρητή αναφορά σε γραμματείς– στο τεύχος Φεβρουαρίου του 1960 του *Scientific American*, ως ένας από τους διάφορους γρίφους που δημοσιεύονταν στην πολύ δημοφιλή στήλη ψυχαγωγικών μαθηματικών του Μάρτιν Γκάρντνερ.⁵ Αλλά η προέλευση του προβλήματος είναι απρόσμενα μυστηριώδης.⁶ Η αρχική μας έρευνα αρχικά απέδωσε μόνο εικασίες, αλλά στη συνέχεια μετατράπηκε αναπάντεχα σε χειρωνακτική δουλειά ντετέκτιβ: ένα οδικό ταξίδι στο αρχείο εγγράφων του Γκάρντνερ στο Στάνφορντ, όπου καταλήξαμε να ανασύρουμε κιβώτια με την αλληλογραφία του Γκάρντνερ στα μέσα του προηγούμενου αιώνα. Όταν διαβάξεις την αλληλογραφία κάποιου είναι κάπως σαν να κρυφακούς μια τηλεφωνική συνομιλία: ακούς μόνο τη μία πλευρά της συνομιλίας, και πρέπει να συμπεράνεις την άλλη. Στην περίπτωση μας, είχαμε μόνο τις απαντήσεις που είχε λάβει ο Γκάρντνερ στη δική του έρευνα για την προέλευση του προβλήματος, κάπου πενήντα χρόνια πριν. Όσο περισσότερο διαβάζαμε, τόσο πιο μεπερδεμένη και συγκεχυμένη γινόταν η ιστορία.

Ο μαθηματικός του Χάρβαρντ Φρέντρικ Μόστελλερ θυμόταν ότι είχε ακούσει για το πρόβλημα το 1955 από τον συνάδελφό του Άντριου Γκλήζον, ο οποίος είχε ακούσει για αυτό από κάποιον άλλο.⁷ Ο Λήο Μόσερ από το Πανεπιστήμιο της Αλμπέρτα έγραψε ότι είχε διαβάσει για το πρόβλημα σε «κάποιες σημειώσεις» του Ρ. Ε. Γκάσκελ της Boeing, ο οποίος το απέδιδε σε κάποιον συνάδελφό του. Ο Ρότζερ Πίνκχαμ από το Πανεπιστήμιο Ράτζερς έγραψε ότι άκουσε για πρώτη φορά για το πρόβλημα το 1955 από τον μαθηματικό του Πανεπιστημίου Ντιουκ Τζ. Σαίνφηντ, «και νομίζω ότι είπε πως είχε ακούσει το πρόβλημα από κάποιον από το Μίσιγκαν».⁸

Ο «κάποιος από το Μίσιγκαν» ήταν σχεδόν σίγουρα κάποιος ονόματι Μέρριλ Φλαντ. Αν και λίγοι μη μαθηματικοί τον έχουν ακουστά, ο Φλαντ είχε σημαντική επίδραση στην επιστήμη υπολογιστών.⁹ Είναι αυτός που έκανε ευρύτερα γνωστό το πρόβλημα του περιοδεύοντος πωλητή (το οποίο θα εξετάσουμε λεπτομερέστερα στο Κεφάλαιο 8), διατύπωσε το δίλημμα του φυλακισμένου (το οποίο θα εξετάσουμε στο Κεφάλαιο 11), και πιθανόν επινόησε τον όρο «software» (λογισμικό). Στον Φλαντ αποδίδεται η πρώτη καταγεγραμμένη ανακάλυψη του κανόνα του 37%, το 1958, ενώ ο ίδιος ισχυρίζεται ότι μελετούσε το πρόβλημα από το 1949 – αλλά παραπέμπει σε διάφορους άλλους μαθηματικούς.¹⁰

Απ' όπου και να προήλθε, το πρόβλημα της γραμματέως αποδείχθηκε σχεδόν τέλειος μαθηματικός γρίφος: απλό στην περιγραφή του, διαβολικό στην επίλυση, με συνοπτική απάντηση και πολύ ενδιαφέροντα παρεπόμενα. Έτσι,

εξαπλώθηκε σαν πυρκαγιά στους μαθηματικούς κύκλους της δεκαετίας του 1950 διαδιδόμενο από στόμα σε στόμα, και το 1960 χάρις στη στήλη του Γκάρντνερ συνεπήρε τη φαντασία του ευρέος κοινού. Μέχρι τη δεκαετία του 1980, το πρόβλημα μαζί με τις παραλλαγές του είχε αναλυθεί σε τέτοιο βαθμό που κατέληξε να μελετάται σε άρθρα ως ιδιαίτερη γνωστική υποπεριοχή.

Όσον αφορά τώρα τις «γραμματείς», είναι γοητευτικό να παρακολουθεί κανείς κάθε πολιτισμό να βάζει το δικό του ανθρωπολογικό αποτύπωμα σε τυπικά συστήματα. Για παράδειγμα, θεωρούμε ότι οι μορφές των κομματιών στο σκάκι ανάγονται στη μεσαιωνική Ευρώπη, αλλά στην πραγματικότητα το παιχνίδι έχει τις ρίζες του στην Ινδία του όγδοου αιώνα. «Εξευρωπαϊστική» αδέξια τον δέκατο πέμπτο αιώνα, οπότε οι σάχηδες έγιναν βασιλιάδες, οι βεζίρηδες μετατράπηκαν σε βασιλίσσες, και οι ελέφαντες έγιναν αξιωματικοί. Αντίστοιχα, τα προβλήματα βέλτιστης διακοπής έλαβαν διάφορες ενσάρκώσεις, καθεμία από τις οποίες αντανάκλούσε τα ενδιαφέροντα της εκάστοτε εποχής. Τον δέκατο ένατο αιώνα αυτού του είδους τα προβλήματα διατυπώθηκαν με βάση λοταρίες και γυναίκες που επιλέγουν μνηστήρες· στις αρχές του εικοστού αιώνα με βάση μοτοσυκλετιστές που κάνουν διακοπές και αναζητούν ξενοδοχεία, καθώς και επίδοξους μνηστήρες που επιλέγουν γυναίκες· και στο γραφειοκρατικό και ανδροκρατικό κλίμα των μέσων του εικοστού αιώνα, με βάση άνδρες-αφεντικά που επιλέγουν γυναίκες-βοηθούς. Η πρώτη ρητή αναφορά στο συγκεκριμένο πρόβλημα με την ονομασία «πρόβλημα της γραμματέως» φαίνεται πως βρίσκεται σε ένα άρθρο του 1964,¹¹ και κάπου στην πορεία η ονομασία αυτή καθιερώθηκε.

Από πού προκύπτει το 37%;

Όταν ψάχνουμε για γραμματέα, υπάρχουν δύο τρόποι που μπορούμε να αποτύχουμε: είτε να σταματήσουμε την αναζήτηση νωρίς, είτε να τη σταματήσουμε αργά. Αν σταματήσουμε πολύ νωρίς, δεν θα ανακαλύψουμε την καλύτερη υποψήφια. Αν σταματήσουμε πολύ αργά, περιμένουμε να εμφανιστεί μια καλύτερη υποψήφια που δεν υπάρχει. Η βέλτιστη στρατηγική απαιτεί ασφαλώς την εύρεση της κατάλληλης ισορροπίας μεταξύ των δύο, μια ακροβασία μεταξύ υπερβολικής και ανεπαρκούς αναζήτησης.

Αν ο στόχος μας είναι να βρούμε την απολύτως καλύτερη υποψήφια, χωρίς να συμβιβάζομαστε με τίποτα λιγότερο, είναι προφανές ότι καθώς εξελίσσεται η διαδικασία των συνεντεύξεων δεν θα πρέπει καν να σκεφτούμε να προσλάβουμε κάποια υποψήφια που δεν είναι η καλύτερη απ' όσες έχουμε δει μέχρι στιγμής.¹² Ωστόσο, δεν αρκεί να είναι κάποια υποψήφια η καλύτερη μέχρι στιγμής για να της προσφέρουμε τη θέση· η πρώτη πρώτη υποψήφια, για παράδειγμα, θα είναι ασφαλώς η καλύτερη μέχρι στιγμής, εξ ορισμού. Γενικότερα,

είναι εύλογο ότι ο ρυθμός με τον οποίο συναντάμε «καλύτερες μέχρι στιγμής» υποψήφιας θα μειώνεται καθώς προχωρούν οι συνεντεύξεις. Για παράδειγμα, η δεύτερη υποψήφια έχει πιθανότητα 50% να είναι η καλύτερη που έχουμε δει μέχρι στιγμής, αλλά η πέμπτη υποψήφια έχει πιθανότητα μόνο 1 στις 5 να είναι η καλύτερη μέχρι στιγμής, η έκτη έχει πιθανότητα 1 στις 6, κ.ο.κ. Συνεπώς, οι καλύτερες μέχρι στιγμής υποψήφιας θα γίνονται όλο και πιο εντυπωσιακές καθώς προχωρά η αναζήτηση (αφού, και πάλι εξ ορισμού, θα είναι καλύτερες απ' όλες όσες προηγήθηκαν) – αλλά θα γίνονται επίσης όλο και πιο σπάνιες.

Άρα ξέρουμε ότι το να προσλάβουμε την *πρώτη* καλύτερη μέχρι στιγμής υποψήφια που θα συναντήσουμε (που είναι απλώς η πρώτη πρώτη υποψήφια) είναι βιαστικό. Αν οι υποψήφιας είναι εκατό, φαίνεται επίσης βεβιασμένο να προσφέρουμε τη θέση στην *επόμενη* που θα είναι η καλύτερη μέχρι στιγμής, απλώς επειδή είναι καλύτερη από την πρώτη. Άρα πώς προχωράμε;

Διαισθητικά, μπορούμε να σκεφτούμε μερικές δυνατές στρατηγικές. Για παράδειγμα, να προσφέρουμε τη θέση την τρίτη φορά που κάποια υποψήφια θα υπερτερεί απ' όλες όσες έχουμε δει – ή ίσως την τέταρτη φορά. Ή ίσως να προσλάβουμε την υποψήφια που θα εμφανιστεί αμέσως μετά από μια μακρά «περίοδο ξηρασίας» – μια μεγάλη ακολουθία κακών υποψηφίων.

Ωστόσο, καμία από τις σχετικά εύλογες αυτές στρατηγικές δεν είναι η βέλτιστη. Η βέλτιστη λύση έχει τη μορφή ενός κανόνα που θα ονομάζουμε **«κοιτάμε και μετά ορμάμε»**: Καθορίζουμε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα κατά το οποίο θα «κοιτάμε» – δηλαδή θα διερευνούμε τις εναλλακτικές επιλογές μας, συγκεντρώνοντας δεδομένα – χωρίς να επιλέξουμε καμία υποψήφια, όσο και να μας εντυπωσιάσει. Μετά από αυτό το σημείο, περνάμε στη φάση όπου «ορμάμε»: είμαστε έτοιμοι να επιλέξουμε ακαριαία οποιαδήποτε υποψήφια επισκιάσει την καλύτερη από τις υποψήφιας που είδαμε στη φάση όπου κοιτούσαμε.

Μπορούμε να καταλάβουμε πώς προκύπτει ο κανόνας «κοιτάμε και μετά ορμάμε» εξετάζοντας πώς εξελίσσεται το πρόβλημα της γραμματέως όταν το σύνολο των υποψηφίων είναι μικρό. Αν υπάρχει μόνο μία υποψήφια, το πρόβλημα λύνεται εύκολα – την προσλαμβάνουμε! Αν οι υποψήφιας είναι δύο, έχουμε 50% πιθανότητα επιτυχίας ό,τι και αν κάνουμε. Μπορούμε είτε να προσλάβουμε την πρώτη υποψήφια (η οποία θα είναι η καλύτερη τις μισές φορές), είτε να απορρίψουμε την πρώτη και να προσλάβουμε αναγκαστικά τη δεύτερη (η οποία θα είναι επίσης η καλύτερη τις μισές φορές).

Αν προστεθεί και τρίτη υποψήφια, τα πράγματα γίνονται ξαφνικά ενδιαφέροντα. Αν κάνουμε την πρόσληψη στην τύχη, η πιθανότητα είναι 1 στις 3, δηλαδή 33%. Όταν οι υποψήφιας ήταν δύο, δεν μπορούσαμε να πετύχουμε τίποτα καλύτερο από το τυχαίο· όταν είναι τρεις μήπως άραγε μπορούμε; Αποδεικνύεται ότι μπορούμε, και όλα εξαρτώνται από το τι θα κάνουμε με τη

δεύτερη υποψήφια. Όταν εξετάζουμε την πρώτη υποψήφια, δεν έχουμε καμία πληροφορία – θα φαίνεται πάντα να είναι η καλύτερη μέχρι στιγμής. Όταν εξετάζουμε την τρίτη υποψήφια, δεν έχουμε καμία δυνατότητα *αυτενέργειας* – είμαστε αναγκασμένοι να της προσφέρουμε τη θέση, αφού έχουμε απορρίψει τις άλλες δύο. Όταν όμως εξετάζουμε τη δεύτερη υποψήφια, έχουμε λίγο και από τα δύο: γνωρίζουμε αν είναι καλύτερη ή χειρότερη από την πρώτη, και έχουμε την ελευθερία να την προσλάβουμε ή να την απορρίψουμε. Τι θα συμβεί αν απλώς την προσλάβουμε αν είναι καλύτερη από την πρώτη υποψήφια, και την απορρίψουμε αν δεν είναι; Όπως αποδεικνύεται, αυτή είναι η καλύτερη δυνατή στρατηγική στην περίπτωση τριών υποψηφίων· με αυτή τη στρατηγική μπορούμε, αναπάντεχα, να έχουμε εξίσου καλά αποτελέσματα με την περίπτωση των δύο υποψηφίων, δηλαδή να επιλέξουμε την καλύτερη υποψήφια τις μισές φορές.*

Αν απαριθμήσουμε τα πιθανά σενάρια στην περίπτωση που οι υποψήφιοι είναι τέσσερις, θα διαπιστώσουμε ότι θα πρέπει και πάλι να ξεκινήσουμε να «ορμάμε» από τη δεύτερη κιόλας υποψήφια· εάν οι υποψήφιοι είναι πέντε, δεν θα πρέπει να «ορμήσουμε» πριν από την τρίτη υποψήφια.

Καθώς η δεξαμενή των υποψηφίων μεγαλώνει, το ακριβές σημείο μετάβασης από τη φάση όπου κοιτάμε στη φάση όπου ορμάμε σταθεροποιείται στο 37% της δεξαμενής,[†] εξ ου και ο κανόνας του 37%:¹³ κοιτάμε το πρώτο 37% των υποψηφίων, χωρίς να επιλέξουμε καμία, και κατόπιν είμαστε έτοιμοι να ορμήσουμε σε όποια είναι καλύτερη από όλες όσες έχουμε δει μέχρι στιγμής.

Αποδεικνύεται ότι ακολουθώντας αυτή τη βέλτιστη στρατηγική έχουμε πιθανότητα 37% να προσλάβουμε την καλύτερη υποψήφια: μία από τις περιέργες μαθηματικές συμμετρίες του προβλήματος είναι ότι το ποσοστό που εκφράζει την ίδια τη στρατηγική συμπίπτει ακριβώς με την πιθανότητα επιτυχίας της.¹⁴ Στον Πίνακα 1.1 παρουσιάζεται η βέλτιστη στρατηγική για το πρόβλημα της γραμματέως για διάφορους αριθμούς υποψηφίων, όπου φαίνεται πώς η πιθανότητα επιτυχίας –όπως και το σημείο μετάβασης από τη φάση όπου κοιτάμε

*Με αυτή τη στρατηγική έχουμε κίνδυνο 33% να απορρίψουμε την καλύτερη υποψήφια και 16% να μην τη συναντήσουμε ποτέ. Αναλυτικότερα, υπάρχουν έξι δυνατές διατάξεις των τριών υποψηφίων κατά σειρά «ποιότητας»: 1-2-3, 1-3-2, 2-1-3, 2-3-1, 3-1-2 και 3-2-1. Η στρατηγική «κοιτάμε την πρώτη υποψήφια και μετά ορμάμε σε όποια την ξεπερνά» θα είναι επιτυχημένη σε τρεις από τις έξι περιπτώσεις (2-1-3, 2-3-1, 3-1-2) και αποτυχημένη στις υπόλοιπες τρεις – δύο φορές επειδή θα είμαστε υπερβολικά επιλεκτικοί (1-2-3, 1-3-2) και μία επειδή θα είμαστε ανεπαρκώς επιλεκτικοί (3-2-1).

[†]Στην πραγματικότητα, ελάχιστα κάτω από 37%. Για να ακριβολογούμε, το μαθηματικά βέλτιστο κλάσμα υποψηφίων που πρέπει να κοιτάξουμε είναι $1/e$ – η ίδια μαθηματική σταθερά e , ίση με 2,71828... , που εμφανίζεται στους υπολογισμούς ανατοκισμού. Δεν χρειάζεται όμως να γνωρίζει κανείς το e με ακρίβεια δώδεκα δεκαδικών ψηφίων· οποιοδήποτε ποσοστό μεταξύ 35% και 40% δίνει βαθμό επιτυχίας πολύ κοντά στον μέγιστο. Για περισσότερες μαθηματικές λεπτομέρειες, βλ. τις σημειώσεις στο τέλος του βιβλίου.

Πλήθος υποψηφίων	Προσλαμβάνουμε την καλύτερη υποψήφια μετά από	Πιθανότητα να προσλάβουμε την καλύτερη
3	1 (33,33%)	50%
4	1 (25%)	45,83%
5	2 (33,33%)	42,78%
7	2 (28,57%)	41,43%
8	3 (37,5%)	40,98%
9	3 (33,33%)	40,59%
10	3 (30%)	39,87%
20	7 (35%)	38,42%
30	11 (36,67%)	37,86%
40	15 (37,5%)	37,57%
50	18 (36%)	37,43%
100	37 (37%)	37,10%
1000	369 (36,9%)	36,81%

Πίνακας 1.1: Πώς επιλέγουμε γραμματέα με βέλτιστο τρόπο.

στη φάση όπου ορμάμε– συγκλίνει στο 37% καθώς αυξάνεται το πλήθος των υποψηφίων.

Πιθανότητα αποτυχίας 63% όταν εφαρμόζουμε την *καλύτερη δυνατή* στρατηγική είναι κάπως απογοητευτικό αποτέλεσμα. Ακόμα και αν ενεργήσουμε με τον βέλτιστο τρόπο στο πρόβλημα της γραμματέως, τις περισσότερες φορές θα αποτύχουμε – δηλαδή δεν θα προσλάβουμε την απολύτως καλύτερη από τη δεξαμενή των υποψηφίων. Αυτά είναι άσχημα νέα για όσους από μας θεωρούν τον έρωτα ως αναζήτηση του «μοναδικού». Ας δούμε όμως και τη θετική πλευρά. Διαισθητικά, θα περιμέναμε ότι η πιθανότητά μας να επιλέξουμε την απολύτως καλύτερη υποψήφια θα πρέπει να μειώνεται συνεχώς καθώς μεγαλώνει η δεξαμενή των υποψηφίων. Αν προσλαμβάναμε κάποια στην τύχη, για παράδειγμα, τότε σε μια δεξαμενή εκατό υποψηφίων θα είχαμε πιθανότητα επιτυχίας 1%, ενώ σε μια δεξαμενή ενός εκατομμυρίου υποψηφίων θα είχαμε πιθανότητα 0,0001%. Παραδόξως, όμως, η μαθηματική ανάλυση του προβλήματος της γραμματέως δεν αλλάζει. Αν εφαρμόσουμε τη βέλτιστη διακοπή, η πιθανότητα να βρούμε την απολύτως καλύτερη υποψήφια σε μια δεξαμενή εκατό υποψηφίων είναι 37%. Και σε μια δεξαμενή ενός εκατομμυρίου, είτε το πιστεύετε είτε όχι, η πιθανότητα είναι και πάλι 37%. Συνεπώς, όσο μεγαλώνει η δεξαμενή των υποψηφίων, τόσο πιο πολύτιμη γίνεται η γνώση του βέλτιστου αλγορίθμου. Αν και πράγματι είναι μάλλον απίθανο να βρούμε τη βελόνα τις περισσότερες φορές, ωστόσο η βέλτιστη διακοπή είναι η καλύτερη άμυνά μας απέναντι στα άχυρα, όσο πολλά και αν είναι.

Το άλμα των ερωτευμένων*

Το πάθος ανάμεσα στα δύο φύλα έχει παραμείνει ανά τους αιώνες τόσο σταθερό ώστε μπορεί να θεωρηθεί, σε αλγεβρική γλώσσα, δεδομένη ποσότητα.

ΤΟΜΑΣ ΜΑΛΘΟΥΣ¹⁵

Παντρεύτηκα τον πρώτο άντρα που φίλησα. Όταν το λέω αυτό στα παιδιά μου τους έρχεται να κάνουν εμετό.

ΜΠΑΡΜΠΑΡΑ ΜΠΟΥΣ¹⁶

Πριν γίνει καθηγητής επιχειρησιακής έρευνας στο Κάρνεγκι Μέλλον, ο Μάικλ Τρικ ήταν ένας μεταπτυχιακός φοιτητής που αναζητούσε τον έρωτα. «Ξαφνικά συνειδητοποίησα ότι το πρόβλημα έχει μελετηθεί: είναι το πρόβλημα της γραμματέως! Υπήρχε μια “κενή θέση” που ήθελα να συμπληρωθεί [και] κάποιες υποψήφιας, και στόχος μου ήταν να επιλέξω την καλύτερη υποψήφια για τη θέση». ¹⁷ Έτσι, έκανε τους υπολογισμούς. Δεν γνώριζε πόσες γυναίκες μπορούσε να περιμένει ότι θα γνωρίσει στη ζωή του, αλλά ο κανόνας του 37% είναι κάπως ελαστικός: μπορεί να εφαρμοστεί είτε στο πλήθος των υποψηφίων είτε στον χρόνο της αναζήτησης. ¹⁸ Θεωρώντας ότι η αναζήτησή του θα διαρκούσε από τα δεκαοκτώ μέχρι τα σαράντα του χρόνια, από τον κανόνα του 37% προέκυψε ότι το χρονικό σημείο μετάβασης από τη φάση όπου έπρεπε μόνο να κοιτάει στη φάση όπου έπρεπε να ορμήσει ήταν η ηλικία των 26,1 ετών. ¹⁹ Αριθμός που, κατά σύμπτωση, συνέπιπτε ακριβώς με την ηλικία του Τρικ εκείνη τη χρονική περίοδο. Έτσι, όταν γνώρισε μια γυναίκα με την οποία ταίριαζε καλύτερα από όλες εκείνες με τις οποίες είχε δεσμό στο παρελθόν, ήξερε ακριβώς τι έπρεπε να κάνει. «Δεν ήξερα αν ήταν Τέλεια (οι παραδοχές του μοντέλου δεν μου επιτρέπουν να το διαπιστώσω), αλλά δεν υπήρχε αμφιβολία ότι πληρούσε τις προϋποθέσεις για αυτό το βήμα του αλγορίθμου. Έτσι, της έκανα πρόταση γάμου», γράφει.

«Και την απέρριψε».

Οι μαθηματικοί αντιμετωπίζουν προβλήματα με την έρωτα τουλάχιστον από τον δέκατο έβδομο αιώνα. Οι βασικοί λόγοι για τους οποίους θυμόμαστε σήμερα τον θρυλικό αστρονόμο Γιοχάννες Κέπλερ είναι ότι ανακάλυψε πως οι τροχιές των πλανητών είναι ελλειπτικές και υπήρξε, μαζί με τον Γαλιλαίο και τον Νεύτωνα, καθοριστικός συντελεστής της «κοπερνίκειας επανάστασης», η

*Σ.τ.Μ.: «Άλμα των ερωτευμένων» (lover's leap) ονομάζεται κάποιο δυσπρόσιτο σημείο με απότομη εδαφική κλίση, όπου διατρέχει κανείς τον κίνδυνο να σκοτωθεί πέφτοντας ή πηδώντας ηθελημένα.

οποία ανέτρεψε την αντίληψη της ανθρωπότητας για τη θέση της στο σύμπαν. Ο Κέπλερ είχε όμως και γήινες ανησυχίες. Μετά τον θάνατο της πρώτης του συζύγου, το 1611, ο Κέπλερ επιδόθηκε σε μια μακρά και κοπιαστική αναζήτηση νέας συζύγου, φλερτάροντας συνολικά έντεκα γυναίκες.²⁰ Από τις τέσσερις πρώτες, στον Κέπλερ άρεσε περισσότερο η τέταρτη («λόγω της ψηλής κορμοστασιάς της και του αθλητικού κορμιού της»), αλλά δεν σταμάτησε την αναζήτηση. «Το ζήτημα θα είχε τακτοποιηθεί», έγραψε ο Κέπλερ, «αν η αγάπη και η λογική δεν μου επέβαλαν μια πέμπτη γυναίκα. Αυτή με κέρδισε με την αγάπη της, την ταπεινή της αφοσίωση, τη φροντίδα που έδειχνε για το νοικοκυριό, τη συνέπειά της, και την αγάπη που έδινε στα θετά της παιδιά».

«Παρ' όλα αυτά όμως», έγραψε, «συνέχισα».

Οι φίλοι και οι συγγενείς του Κέπλερ συνέχιζαν να του κάνουν νέες γνωριμιές, και εκείνος συνέχιζε να ψάχνει, αλλά με μισή καρδιά. Οι σκέψεις του είχαν κολλήσει στον αριθμό πέντε. Ύστερα από συνολικά έντεκα φλερτ, αποφάσισε να μη συνεχίσει άλλο την αναζήτηση. «Ενώ ετοιμαζόμουν να ταξιδέψω στο Ρέγκενσμπουργκ, επέστρεψα στην πέμπτη γυναίκα, της αποκάλυψα το ενδιαφέρον μου, και με δέχτηκε». Ο Κέπλερ και η Σουζάννα Ρούττινγκερ παντρεύτηκαν και απέκτησαν μαζί έξι παιδιά, πέρα από τα παιδιά του Κέπλερ από τον πρώτο γάμο. Στις βιογραφίες του Κέπλερ, το υπόλοιπο της οικογενειακής ζωής του περιγράφεται ως εξαιρετικά γαλήνιο και ευτυχισμένο.

Όπως διαπίστωσαν –με αντίθετους τρόπους– από πρώτο χέρι ο Κέπλερ και ο Τρικ, το πρόβλημα της γραμματέως υπεραπλουστεύει την αναζήτηση του έρωτα. Στο κλασικό πρόβλημα της γραμματέως, οι υποψήφιοι αποδέχονται πάντα τη θέση, οπότε δεν υπάρχει η περίπτωση της απόρριψης που βίωσε ο Τρικ. Και, αντίθετα με τη στρατηγική που ακολούθησε ο Κέπλερ, δεν μπορούν να απορριφθούν προσωρινά και να «ανακληθούν» αργότερα.

Τις δεκαετίες που ακολούθησαν μετά την αρχική παρουσίαση του προβλήματος της γραμματέως, μελετήθηκε ένα ευρύ φάσμα παραλλαγών του βασικού σεναρίου και υπολογίστηκαν στρατηγικές βέλτιστης διακοπής υπό διάφορες συνθήκες. Η περίπτωση, για παράδειγμα, όπου υπάρχει δυνατότητα απόρριψης μιας πρότασης έχει μια απλή μαθηματική λύση: κάνουμε προτάσεις από νωρίς και συχνά.²¹ Αν έχουμε, φερ' ειπείν, πιθανότητα 50% να απορριφθούμε, τότε με το ίδιο είδος μαθηματικής ανάλυσης που οδήγησε στον κανόνα του 37% προκύπτει ότι πρέπει να αρχίσουμε να κάνουμε προσφορές ύστερα από το ένα *τέταρτο* μόλις της αναζήτησής μας. Αν απορριφθούμε, συνεχίζουμε να κάνουμε προσφορές σε όλα τα καλύτερα μέχρι στιγμής άτομα που βλέπουμε μέχρις ότου κάποιος να δεχτεί. Με αυτή τη στρατηγική, η πιθανότητα καθολικής επιτυχίας –δηλαδή, η πιθανότητα να κάνουμε πρόταση στην καλύτερη από τη δεξαμενή των υποψηφίων και η πρότασή μας να γίνει δεκτή– θα είναι επίσης 25%. Όχι φοβερά κακές πιθανότητες, ίσως, για μια κατάσταση που

συνδυάζει το εμπόδιο της απόρριψης με τη γενική εξαρχής δυσκολία του καθορισμού κριτηρίων.

Ο Κέπλερ, από την πλευρά του, στηλίτευσε «τις ανησυχίες και τις αμφιβολίες» που τον ώθησαν να συνεχίσει να ψάχνει. «Δεν υπήρχε άραγε κάποιος άλλος τρόπος να μείνει η ανήσυχη καρδιά μου ικανοποιημένη με τη μοίρα της», παραπονέθηκε σε μια επιστολή προς μια στενή του φίλη, «παρά μόνο συνειδητοποιώντας πόσο αδύνατο είναι να εκπληρωθούν τόσες πολλές άλλες επιθυμίες;». Και σε αυτή την περίπτωση, η θεωρία της βέλτιστης διακοπής προσφέρει μια δόση παρηγοριάς. Οι ανησυχίες και οι αμφιβολίες, αντί να είναι σημάδια ηθικού ή ψυχολογικού εκφυλισμού, αποτελούν τελικά μέρος της καλύτερης στρατηγικής στις περιπτώσεις όπου υπάρχουν δεύτερες ευκαιρίες. Αν μπορούμε να ανακαλέσουμε προηγούμενες υποψήφιας, ο βέλτιστος αλγόριθμος διαφοροποιείται κάπως από τον γνωστό μας κανόνα «κοιτάμε και μετά ορμάμε»: έχουμε μεγαλύτερη περίοδο όπου δεν αναλαμβάνουμε δέσμευση, και εναλλακτικό σχέδιο.

Για παράδειγμα, υποθέστε ότι μια άμεση πρόταση γίνεται πάντα δεκτή, αλλά οι καθυστερημένες προτάσεις απορρίπτονται τις μισές φορές. Σε αυτή την περίπτωση, τα μαθηματικά λένε ότι θα πρέπει να συνεχίσουμε να κοιτάμε χωρίς να δεσμευόμαστε μέχρι να φτάσουμε στο 61% των υποψηφίων, και ύστερα να ορμήσουμε μόνο αν κάποια από το υπόλοιπο 39% της δεξαμενής των υποψηφίων αποδειχθεί η καλύτερη μέχρι στιγμής.²² Αν παραμένουμε εργένηδες αφότου έχουμε εξετάσει όλες τις δυνατότητες –όπως συνέβη με τον Κέπλερ– τότε επιστρέφουμε στην καλύτερη υποψήφια που μας διέφυγε. Η συμμετρία μεταξύ στρατηγικής και έκβασης ισχύει και σε αυτή την περίπτωση: η πιθανότητα να καταλήξουμε με την καλύτερη υποψήφια σε τέτοιες καταστάσεις όπου υπάρχουν δεύτερες ευκαιρίες είναι επίσης 61%.

Για τον Κέπλερ, η διαφορά μεταξύ πραγματικότητας και κλασικού προβλήματος της γραμματέως οδήγησε σε αίσια έκβαση. Μάλιστα, η παραλλαγή του κλασικού προβλήματος λειτούργησε καλά και για τον Τρικ. Μετά την απόρριψη, ολοκλήρωσε τις σπουδές του και βρήκε δουλειά στη Γερμανία. Εκεί, όπως αναφέρει, «γνώρισα τυχαία μια όμορφη γυναίκα, την ερωτεύτηκα, συγκατοίκησα μαζί της ύστερα από τρεις εβδομάδες [και] την προσκάλεσα να μείνει για “λίγο” στις ΗΠΑ». Συμφώνησε – και έξι χρόνια αργότερα παντρεύτηκαν.

Πλήρης πληροφορία: αναγνωρίζουμε ότι κάτι είναι καλό μόλις το δούμε

Στο πρώτο σύνολο παραλλαγών που εξετάσαμε –απόρριψη και ανάκληση– είχαν τροποποιηθεί οι παραδοχές του κλασικού προβλήματος της γραμματέως

σύμφωνα με τις οποίες οι έγκαιρες προτάσεις γίνονται πάντα δεκτές και οι καθυστερημένες ποτέ. Σε αυτές τις παραλλαγές, η καλύτερη προσέγγιση παρέμεινε ίδια με την αρχική: κοιτάμε για κάποιο διάστημα χωρίς να αναλαμβάνουμε δέσμευση και μετά είμαστε έτοιμοι να ορμήσουμε.

Υπάρχει όμως μια ακόμη πιο θεμελιώδης παραδοχή η οποία θα μπορούσε να αναιρεθεί στο πρόβλημα της γραμματέως. Συγκεκριμένα, θεωρούμε ότι δεν γνωρίζουμε *τίποτα* για τις υποψήφιες παρά μόνο πώς να τις συγκρίνουμε μεταξύ τους. Δεν έχουμε καμία αντικειμενική ή προϋπάρχουσα αίσθηση σχετικά με το τι καθιστά καλή ή κακή μια υποψήφια· επιπλέον, όταν συγκρίνουμε δύο υποψήφιες ξέρουμε ποια είναι η καλύτερη, αλλά όχι πόσο καλύτερη είναι. Αυτός ακριβώς είναι ο λόγος που υπάρχει αναγκαστικά η φάση όπου «κοιτάμε», κατά την οποία κινδυνεύουμε να προσπεράσουμε κάποια εξαιρετική υποψήφια που θα εμφανιστεί νωρίς, ενόσω εμείς θα ρυθμίζουμε τις προσδοκίες και τα κριτήριά μας. Οι μαθηματικοί αποκαλούν αυτού του είδους τα προβλήματα βέλτιστης διακοπής «παιχνίδια χωρίς πληροφορία».

Αυτή η κατάσταση προφανώς διαφέρει ριζικά από τις περισσότερες περιπτώσεις αναζήτησης διαμερίσματος, συντρόφου ή ακόμη και γραμματέως. Ας υποθέσουμε, αντιθέτως, ότι διαθέτουμε κάποιου είδους αντικειμενικό κριτήριο – για παράδειγμα, ότι κάθε γραμματέας έχει δώσει μια εξέταση δακτυλογράφησης όπου οι υποψήφιες κατατάσσονται βαθμολογικά σε εκατοστημόρια, όπως είναι οι εξετάσεις SAT, GRE και LSAT. Δηλαδή η βαθμολογία κάθε υποψήφιας εκφράζει την κατάταξή της μεταξύ όλων των δακτυλογράφων που συμμετείχαν στην εξέταση: μια δακτυλογράφος στο 51ο εκατοστημόριο είναι λίγο πάνω από τον μέσο όρο, μια δακτυλογράφος στο 75ο εκατοστημόριο είναι καλύτερη από το 75% όσων συμμετείχαν στην εξέταση, κ.ο.κ.

Ας υποθέσουμε ότι η δεξαμενή των υποψηφίων μας είναι αντιπροσωπευτική του γενικού πληθυσμού, και δεν είναι με κανένα τρόπο στρεβλωμένη ή μη τυχαία. Επιπλέον, ας υποθέσουμε ότι αποφασίζουμε πως η ταχύτητα δακτυλογράφησης είναι το μόνο που μετράει για τις υποψήφιές μας. Σε αυτή την περίπτωση, έχουμε αυτό που οι μαθηματικοί αποκαλούν «πλήρη πληροφορία», και τα πάντα αλλάζουν. Όπως αναφέρεται στο σημαντικό άρθρο που δημοσιεύτηκε το 1966 πάνω στο συγκεκριμένο πρόβλημα, «δεν χρειάζεται να συγκεντρώσει κανείς εμπειρία για να καθορίσει κάποια κριτήρια, και μερικές φορές μπορεί να γίνει αμέσως μια επωφελής επιλογή».²³ Με άλλα λόγια, αν η πρώτη υποψήφια που θα αξιολογήσουμε τύχει να βρίσκεται στο 95ο εκατοστημόριο, το γνωρίζουμε αμέσως και μπορούμε με σιγουριά να την προσλάβουμε επιτόπου – υπό την προϋπόθεση, βέβαια, ότι θεωρούμε πως δεν υπάρχει στη δεξαμενή κάποια υποψήφια που βρίσκεται στο 96ο εκατοστημόριο.

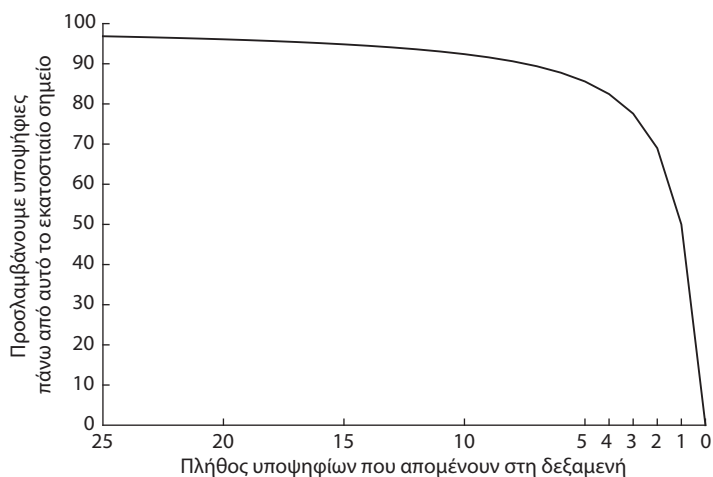
Και εκεί είναι το πρόβλημα. Αν στόχος μας είναι, και πάλι, να προσλάβουμε μόνο το απολύτως καλύτερο άτομο για τη δουλειά, θα πρέπει να σταθ-

μίσουμε την πιθανότητα να υπάρχει στη δεξαμενή κάποια ικανότερη υποψήφια. Ωστόσο, το γεγονός ότι διαθέτουμε πλήρη πληροφορία μάς προσφέρει όλα όσα χρειαζόμαστε για να υπολογίσουμε απευθείας τη σχετική πιθανότητα. Για παράδειγμα, η πιθανότητα η επόμενη υποψήφια να βρίσκεται στο 96ο ή σε ανώτερο εκατοστημόριο θα είναι πάντα 1 στις 20. Επομένως, η απόφαση να σταματήσουμε ή όχι εξαρτάται αποκλειστικά από το πόσες υποψήφιες απομένουν να δούμε. Πλήρης πληροφορία σημαίνει ότι δεν χρειάζεται να κοιτάξουμε πριν ορμήσουμε. Μπορούμε αντ' αυτού να χρησιμοποιήσουμε τον **κανόνα του κατώφλιου**, όπου προσφέρουμε αμέσως τη θέση σε κάποια υποψήφια εάν βρίσκεται από κάποιο συγκεκριμένο εκατοστημόριο και πάνω.²⁴ Για να καθορίσουμε αυτό το κατώφλι δεν χρειάζεται να εξετάσουμε κάποια αρχική ομάδα υποψηφίων – πρέπει, όμως, να γνωρίζουμε οπωσδήποτε πόσες υποψήφιες απομένουν για να εξετάσουμε.

Όπως προκύπτει από τη μαθηματική ανάλυση, αν απομένουν πολλές υποψήφιες στη δεξαμενή θα πρέπει να απορρίψουμε ακόμη και μια πολύ καλή υποψήφια ελπίζοντας ότι θα βρούμε κάποια ακόμη καλύτερη – καθώς όμως οι επιλογές μας λιγοστεύουν θα πρέπει να είμαστε έτοιμοι να προσλάβουμε οποιαδήποτε υποψήφια είναι απλώς καλύτερη από τον μέσο όρο. Πρόκειται για ένα γνωστό, αν και όχι ιδιαίτερα εμπνευσμένο, μήνυμα: όταν υπάρχουν λίγες επιλογές, χαμηλώνουμε τις απαιτήσεις μας. Εξίσου ευνόητο είναι και το αντίστροφο: αν υπάρχουν πολλά ψάρια στη θάλασσα, θέτουμε υψηλότερες απαιτήσεις. Το σημαντικό είναι πως και στις δύο περιπτώσεις τα μαθηματικά μάς λένε ακριβώς πόσο υψηλότερες.

Ο καλύτερος τρόπος για να καταλάβουμε τα αριθμητικά μεγέθη στη συγκεκριμένη παραλλαγή του προβλήματος είναι να ξεκινήσουμε από το τέλος και να σκεφτούμε αντίστροφα. Αν έχουμε φτάσει στην τελευταία υποψήφια, ασφαλώς είμαστε αναγκασμένοι να την επιλέξουμε. Όταν όμως εξετάζουμε την προτελευταία υποψήφια, το ερώτημα είναι το εξής: βρίσκεται από το 50ο εκατοστημόριο και πάνω; Αν ναι, την προσλαμβάνουμε· αν όχι, αξίζει να ποντάρουμε στην τελευταία υποψήφια, αφού η πιθανότητα να βρίσκεται *αυτή* από το 50ο εκατοστημόριο και πάνω είναι εξ ορισμού 50%. Αντίστοιχα, θα πρέπει να επιλέξουμε την τρίτη από το τέλος υποψήφια αν βρίσκεται από το 69ο εκατοστημόριο και πάνω, την τέταρτη από το τέλος αν βρίσκεται από το 78ο εκατοστημόριο και πάνω, κ.ο.κ., όντας πιο επιλεκτικοί όσο περισσότερες υποψήφιες απομένουν. Σε κάθε περίπτωση, δεν προσλαμβάνουμε ποτέ κάποια υποψήφια που βρίσκεται κάτω από τον μέσο όρο, παρά μόνο αν έχουν εξαντληθεί όλες μας οι επιλογές. (Και αφού ο στόχος μας παραμένει να βρούμε μόνο το απολύτως καλύτερο άτομο από τη δεξαμενή των υποψηφίων, δεν προσλαμβάνουμε ποτέ κάποια που δεν είναι η καλύτερη απ' όσες έχουμε δει μέχρι στιγμής.)

Η πιθανότητα να προσλάβουμε την απολύτως καλύτερη υποψήφια σε αυτή την εκδοχή του προβλήματος της γραμματέως με πλήρη πληροφορία ανέρχε-



Σχήμα 1.1: Κατώφλια βέλτιστης διακοπής για το πρόβλημα της γραμματέως με πλήρη πληροφορία.

ται σε 58% – δηλαδή εξακολουθεί να απέχει από τη βεβαιότητα, αλλά είναι αρκετά καλύτερη από το ποσοστό επιτυχίας 37% που προσφέρει ο κανόνας του 37% στο παιχνίδι χωρίς πληροφορία. Αν έχουμε στη διάθεσή μας όλα τα δεδομένα είναι πιο πιθανό να πετύχουμε παρά να αποτύχουμε, όσο μεγάλη και αν είναι η δεξαμενή των υποψηφίων.

Συνεπώς, το παιχνίδι με πλήρη πληροφορία μάς οδηγεί σε ένα απροσδόκητο και κάπως αλλόκοτο συμπέρασμα: *Έχουμε περισσότερες πιθανότητες επιτυχίας αν ψάχνουμε πλούσιο σύντροφο παρά αν ψάχνουμε τον έρωτα.* Αν αξιολογούμε τους συντρόφους μας βάσει οποιουδήποτε αντικειμενικού κριτηρίου –φερ’ ειπείν, σε ποιο εισοδηματικό εκατοστημόριο βρίσκονται– τότε διαθέτουμε πολύ περισσότερη πληροφορία απ’ ό,τι αν αναζητούμε κάποια νεφελώδη συναισθηματική απόκριση («έρωτα») που για να εκτιμηθεί πιθανόν να απαιτεί και εμπειρία και συγκρίσεις.

Ασφαλώς, δεν υπάρχει λόγος αυτό που μετράμε να είναι η καθαρή αξία – ή, στη συγκεκριμένη περίπτωση, η ταχύτητα δακτυλογράφησης. Με οποιοδήποτε κριτήριο το οποίο παρέχει πλήρη πληροφορία για τη θέση μιας υποψήφιας σε σχέση με τον γενικό πληθυσμό, η λύση μεταπίπτει από τον κανόνα «κοιτάμε και μετά ορμάμε» στον κανόνα του κατωφλίου, πράγμα που αυξάνει δραστικά την πιθανότητά μας να βρούμε την απολύτως καλύτερη υποψήφια εντός της ομάδας.

Υπάρχουν πολλές ακόμα παραλλαγές του προβλήματος της γραμματέως²⁵ που τροποποιούν τις άλλες παραδοχές του, πιθανόν εναρμονίζοντάς το καλύ-

τερα με τις δυσκολίες της εύρεσης του έρωτα (ή μιας γραμματέως) στον πραγματικό κόσμο. Τα διδάγματα, όμως, που απορρέουν από τη βέλτιστη διακοπή δεν περιορίζονται στις αισθηματικές σχέσεις ή στην πρόσληψη κάποιου εργαζομένου. Καταστάσεις με παρόμοια βασικά χαρακτηριστικά, όπου προσπαθούμε να κάνουμε την καλύτερη επιλογή ενώ οι εναλλακτικές δυνατότητες μας παρουσιάζονται η μία μετά την άλλη, είναι και η πώληση ενός σπιτιού, το παρκάρισμα ενός αυτοκινήτου και η απόσυρση από μια δραστηριότητα όσο τα πράγματα πηγαίνουν ακόμη καλά. Και όλα αυτά, σε μικρό ή μεγάλο βαθμό, είναι λυμένα προβλήματα.

Πότε να πουλήσουμε

Αν τροποποιήσουμε δύο ακόμα πτυχές του κλασικού προβλήματος της γραμματέως, μεταφερόμαστε από το πεδίο των αισθηματικών σχέσεων στο πεδίο της ακίνητης περιουσίας. Νωρίτερα, παρουσιάσαμε τη διαδικασία ενοικίασης ενός διαμερίσματος ως πρόβλημα βέλτιστης διακοπής· αλλά η βέλτιστη διακοπή μάς αφορά και όταν είμαστε οι *ιδιοκτήτες* ενός σπιτιού.

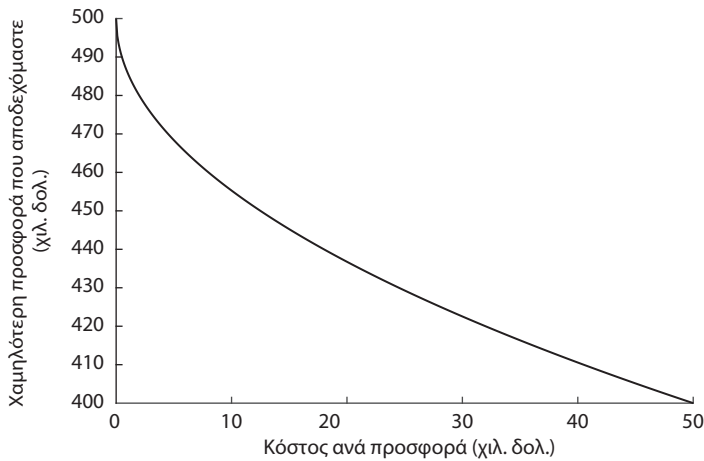
Φανταστείτε, για παράδειγμα, ότι πουλάμε ένα σπίτι. Αφού συμβουλευτούμε διάφορους μεσίτες, ετοιμάζουμε το σπίτι μας για να το ρίξουμε στην αγορά: μια στρώση καινούργιας μιογιάς, λίγη περιποίηση στον κήπο, και ύστερα απλώς περιμένουμε να αρχίσουν να έρχονται οι προσφορές. Κάθε φορά που έρχεται μια προσφορά, κατά κανόνα θα πρέπει να αποφασίσουμε αν θα τη δεχθούμε ή θα την απορρίψουμε. Η απόρριψη μιας προσφοράς, όμως, έχει κάποιο κόστος – μια ακόμη εβδομάδα (ή έναν ακόμη μήνα) πληρωμής του στεγαστικού δανείου ενόσω περιμένουμε την επόμενη προσφορά, η οποία κανείς δεν εγγυάται ότι θα είναι καλύτερη.

Η πώληση ενός σπιτιού είναι παρόμοια με το παιχνίδι με πλήρη πληροφορία.²⁶ Γνωρίζουμε την αντικειμενική χρηματική αξία των προσφορών, η οποία μας πληροφορεί όχι μόνο ποια προσφορά είναι καλύτερη από ποια, αλλά και πόσο καλύτερη είναι. Επιπλέον, διαθέτουμε πληροφορίες για τη γενικότερη κατάσταση της αγοράς, που μας επιτρέπουν να προβλέψουμε, τουλάχιστον χοντρικά, το εύρος των προσφορών που μπορούμε να αναμένουμε. (Δηλαδή για την κάθε προσφορά έχουμε την ίδια πληροφορία τύπου «εκατοστημορίου» που είχαμε και στην περίπτωση της ικανότητας δακτυλογράφησης.) Η διαφορά, όμως, σε αυτή την περίπτωση είναι ότι ο στόχος μας δεν είναι να εξασφαλίσουμε την απολύτως καλύτερη προσφορά, αλλά να βγάλουμε τα περισσότερα χρήματα από το σύνολο της διαδικασίας. Δεδομένου ότι η αναμονή έχει κάποιο κόστος που μετριέται σε χρήματα, μια καλή προσφορά σήμερα υπερτερεί μιας ελαφρά καλύτερης προσφοράς μερικούς μήνες αργότερα.

Αφού διαθέτουμε αυτή την πληροφορία, δεν χρειάζεται να περάσουμε από τη φάση όπου κοιτάμε χωρίς να δεσμευόμαστε προκειμένου να ορίσουμε κάποιο κατώφλι. Αντιθέτως, μπορούμε να ξεκινήσουμε θέτοντας ένα κατώφλι, να αγνοήσουμε οτιδήποτε είναι μικρότερο, και να δεχθούμε την πρώτη προσφορά που θα το υπερβαίνει. Φυσικά, αν έχουμε περιορισμένες οικονομίες οι οποίες θα εξαντληθούν αν δεν πουλήσουμε το σπίτι μέχρι κάποια συγκεκριμένη χρονική στιγμή, ή αν αναμένουμε ότι θα λάβουμε περιορισμένο αριθμό προσφορών και στη συνέχεια το ενδιαφέρον θα πάψει, τότε θα πρέπει να χαμηλώνουμε τα κριτήριά μας όσο θα πλησιάζουν αυτά τα όρια. (Υπάρχει λόγος που οι αγοραστές σπιτιών ψάχνουν πωλητές «με κίνητρα».) Αν όμως καμία από αυτές τις ανησυχίες δεν μας κάνει να πιστεύουμε ότι είμαστε με την πλάτη στον τοίχο, μπορούμε να επικεντρωθούμε στην ανάλυση κόστους-οφέλους του παιχνιδιού αναμονής.

Εδώ θα αναλύσουμε μία από τις απλούστερες εκδοχές του προβλήματος: την περίπτωση όπου γνωρίζουμε με βεβαιότητα το εύρος τιμών των προσφορών, και όπου όλες οι προσφορές εντός αυτού του εύρους είναι εξίσου πιθανές. Αν δεν μας ανησυχεί μήπως οι προσφορές (ή οι οικονομίες μας) αρχίσουν να εξαντλούνται, τότε μπορούμε να σκεφτούμε καθαρά με βάση το τι μπορούμε να αναμένουμε να κερδίσουμε ή να χάσουμε περιμένοντας μια καλύτερη προσφορά. Αν απορρίψουμε την τρέχουσα προσφορά, άραγε η πιθανότητα μιας καλύτερης, πολλαπλασιασμένη επί το πόσο καλύτερη αναμένουμε να είναι, υπερβαίνει πράγματι το κόστος της αναμονής; Όπως προκύπτει, τα μαθηματικά είναι αρκετά ξεκάθαρα και μας δίνουν μια συγκεκριμένη συνάρτηση για την τιμή διακοπής συναρτήσει του κόστους αναμονής μιας προσφοράς.²⁷

Το συγκεκριμένο μαθηματικό αποτέλεσμα είναι ανεξάρτητο από το αν πουλάμε μια έπαυλη αξίας εκατομμυρίων ή μια ετοιμόρροπη καλύβα. Το μόνο που έχει σημασία είναι η διαφορά μεταξύ της ψηλότερης και της χαμηλότερης προσφοράς που είναι πιθανό να λάβουμε. Χρησιμοποιώντας συγκεκριμένους αριθμούς, μπορούμε να κατανοήσουμε πώς ο αλγόριθμος αυτός μας βοηθάει να καθορίσουμε την τακτική μας. Για παράδειγμα, ας υποθέσουμε ότι οι αναμενόμενες προσφορές κυμαίνονται από 400.000 έως 500.000 δολάρια. Κατ' αρχάς, αν το κόστος της αναμονής είναι αμελητέο, μπορούμε να είμαστε σχεδόν απείρως επιλεκτικοί. Αν το κόστος λήψης μίας ακόμη προσφοράς είναι ένα δολάριο, τότε για να μεγιστοποιήσουμε την απολαβή μας θα πρέπει να περιμένουμε μέχρι να εμφανιστεί κάποιος που θα προτίθεται να μας προσφέρει 499.552,79 δολάρια, και ούτε σεντ λιγότερο. Αν η αναμονή μιας προσφοράς κοστίζει 2000 δολάρια, θα πρέπει να περιμένουμε μέχρι να μας προσφέρουν στρογγυλά 480.000 δολάρια. Σε μια αργοκίνητη αγορά, όπου η αναμονή κάθε προσφοράς στοιχίζει 10.000 δολάρια, θα πρέπει να δεχθούμε οτιδήποτε υπερβαίνει τα 455.279 δολάρια. Τέλος, αν η αναμονή στοιχίζει το μισό ή



Σχήμα 1.2: Κατώφλια βέλτιστης διακοπής για το πρόβλημα της πώλησης σπιτιού.

περισσότερο από το αναμενόμενο εύρος των προσφορών –στην περίπτωσή μας 50.000 δολάρια– τότε δεν κερδίζουμε απολύτως τίποτα περιμένοντας το καλύτερο που έχουμε να κάνουμε είναι να δεχτούμε την πρώτη πρώτη προσφορά που θα έρθει, και να κλείσουμε το ζήτημα. Οι ζητιάνοι δεν μπορούν να είναι επιλεκτικοί.

Το καίριο σημείο που πρέπει να επισημάνουμε σε αυτό το πρόβλημα είναι ότι το κατώφλι εξαρτάται αποκλειστικά από το κόστος της αναζήτησης. Δεδομένου ότι οι πιθανότητες η επόμενη προσφορά να είναι καλή –και το κόστος τού να το μάθουμε– δεν αλλάζουν ποτέ, η τιμή διακοπής μας δεν έχει λόγο να χαμηλώσει ενόσω συνεχίζεται η αναζήτηση, ανεξάρτητα από το πόσο τυχεροί είμαστε. Την ορίζουμε άπαξ, πριν καν ξεκινήσουμε, και στη συνέχεια απλώς μένουμε ανυποχώρητοι σε αυτή.

Η Λώρα Άλμπερτ ΜακΛέυ από το Πανεπιστήμιο Γουισκόνσιν-Μάντισον, ειδική στη βελτιστοποίηση, θυμάται ότι όταν ήρθε η ώρα να πουλήσει το σπίτι της κατέφυγε στις γνώσεις της πάνω στα προβλήματα βέλτιστης διακοπής. «Η πρώτη προσφορά που πήραμε ήταν πολύ καλή», εξηγεί, «αλλά είχε τεράστιο κόστος, διότι ήθελαν να μετακομίσουμε έναν μήνα προτού να είμαστε έτοιμοι. Υπήρχε μια ανταγωνιστική προσφορά... [αλλά] απλώς περιμέναμε μέχρι να πάρουμε τη σωστή».²⁸ Η απόρριψη μίας ή δύο καλών προσφορών είναι ιδιαίτερα δυσάρεστη για πολλούς πωλητές, ιδιαίτερα αν οι επόμενες προσφορές δεν είναι καλύτερες. Αλλά η ΜακΛέυ δεν υποχώρησε και παρέμεινε ψύχραιμη. «Θα ήταν πραγματικά πολύ δύσκολο», ομολογεί, «αν δεν ήξερα ότι τα μαθηματικά είναι με το μέρος μου».

Αυτή η αρχή ισχύει σε κάθε περίπτωση όπου δεχόμαστε μια σειρά από προσφορές και η αναζήτηση ή η αναμονή της επόμενης ενέχει κάποιο κόστος. Άρα, μπορεί να εφαρμοστεί σε καταστάσεις πολύ διαφορετικές από την πώληση ενός σπιτιού. Για παράδειγμα, οι οικονομολόγοι έχουν χρησιμοποιήσει αυτό τον αλγόριθμο για να αναπαραστήσουν τον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι αναζητούν εργασία, και έχουν διαπιστώσει ότι εξηγεί αβίαστα το φαινομενικά παράδοξο γεγονός της ταυτόχρονης ύπαρξης ανέργων και κενών θέσεων.²⁹

Μάλιστα, αυτές οι παραλλαγές του προβλήματος βέλτιστης διακοπής έχουν άλλη μία, ακόμα πιο αναπάντεχη ιδιότητα. Όπως είδαμε, η δυνατότητα «ανάκλησης» μιας ευκαιρίας που είχε παρέλθει ήταν ζωτικής σημασίας στην αναζήτηση του έρωτα από τον Κέπλερ. Στην πώληση σπιτιών και στην αναζήτηση εργασίας, όμως, ακόμα και αν είναι δυνατό να επανεξετάσουμε μια προηγούμενη προσφορά, και ακόμα και αν είναι εγγυημένο ότι η συγκεκριμένη προσφορά παραμένει διαθέσιμη, δεν θα πρέπει να το κάνουμε ποτέ. Αν δεν υπερέβαινε το κατώφλι μας τότε, δεν θα το υπερβαίνει ούτε τώρα.³⁰ Το ποσό που έχουμε πληρώσει για να συνεχίσουμε να ψάχνουμε αποτελεί εφάπαξ κόστος. Δεν πρέπει να συμβιβαστούμε, ούτε να έχουμε δευτερες σκέψεις. Και δεν πρέπει να κοιτάζουμε πίσω.

Πότε να παρκάρουμε

Θεωρώ ότι τα τρία βασικά διοικητικά προβλήματα σε μια πανεπιστημιούπολη είναι το σεξ για τους φοιτητές, η άθληση για τους αποφοίτους και οι θέσεις στάθμευσης για το διδακτικό προσωπικό.

ΚΛΑΡΚ ΚΕΡ (πρόεδρος Πανεπιστημίου Μπέρκλεϋ, 1958-1967)³¹

Ένα άλλο πεδίο όπου αφθονούν τα προβλήματα βέλτιστης διακοπής –και όπου επίσης δεν συνιστάται να κοιτάζει κανείς πίσω– είναι το αυτοκίνητο. Οι οδηγοί πρωταγωνιστούν σε ορισμένα από τα πρώτα κείμενα πάνω στο πρόβλημα της γραμματέως, και το χαρακτηριστικό της συνεχούς κίνησης προς τα εμπρός καθιστά σχεδόν κάθε απόφαση που αφορά μετακίνηση με το αυτοκίνητο πρόβλημα διακοπής: την αναζήτηση εστιατορίου· την αναζήτηση τουαλέτας· και, πιο πιεστικά για τους οδηγούς μέσα στην πόλη, την αναζήτηση θέσης στάθμευσης. Ίσως δεν υπάρχει καταλληλότερος άνθρωπος να μιλήσει για θέματα παρκαρίσματος από εκείνον που οι *Los Angeles Times* χαρακτηρίζουν «ροκ σταρ του παρκαρίσματος», τον διακεκριμένο καθηγητή αστικού σχεδιασμού στο πανεπιστήμιο UCLA Ντόναλντ Σουπ. Ταξιδέψαμε οδικώς από τη βόρεια Καλιφόρνια για να τον επισκεφθούμε, έχοντάς τον διαβεβαιώσει ότι θα ξεκινούσαμε αρκετά νωρίτερα μην τυχόν και συναντήσουμε απρόσμενη κίνηση.

«Σχετικά με την πρόνοια για την περίπτωση “απρόσμενης κίνησης”, νομίζω πως θα έπρεπε να κάνετε τον προγραμματισμό σας βάσει της αναμενόμενης κίνησης»,³² απάντησε. Ο Σουπ είναι ίσως καλύτερα γνωστός για το βιβλίο του *The High Cost of Free Parking*, και έχει συνεισφέρει πολλά στη μελέτη και στην κατανόηση του τι ακριβώς συμβαίνει όταν κάποιος οδηγεί προς τον προορισμό του.

Ο δύστυχος οδηγός αξίζει τη συμπόνια μας. Η ιδανική θέση στάθμευσης, όπως την αναπαριστά ο Σουπ, είναι εκείνη που βελτιστοποιεί μια συγκεκριμένη ισορροπία μεταξύ της «τιμής καταλόγου» της θέσης στάθμευσης, του χρόνου και της ταλαιπωρίας που ενέχει το περπάτημα, του χρόνου που αναλώνεται για την εύρεση θέσης (ο οποίος ποικίλλει πολύ ανάλογα με τον προορισμό, την ώρα της ημέρας, κ.ο.κ.), και της βενζίνης που καταναλώνεται στην αναζήτηση. Η εξίσωση αλλάζει ανάλογα με το πλήθος των επιβατών του αυτοκινήτου, οι οποίοι μπορούν να μοιραστούν το χρηματικό κόστος της θέσης, αλλά όχι τον χρόνο αναζήτησης και το περπάτημα. Την ίδια στιγμή, ο οδηγός πρέπει να λάβει υπόψη ότι η περιοχή με τη μεγαλύτερη προσφορά θέσεων πιθανόν να είναι και η περιοχή με τη μεγαλύτερη ζήτηση: το παρκάρισμα έχει μια παιγνιοθεωρητική συνιστώσα, καθώς εμείς προσπαθούμε να φανούμε εξυπνότεροι από τους άλλους οδηγούς, ενώ εκείνοι, με τη σειρά τους, προσπαθούν να φανούν εξυπνότεροι από εμάς.* Ακόμα κι έτσι, πολλές από τις δυσκολίες του παρκάρισματος ανάγονται σε έναν μόνο αριθμό: τον βαθμό πληρότητας. Πρόκειται για το ποσοστό όλων των θέσεων στάθμευσης που είναι κατειλημμένες την εκάστοτε χρονική στιγμή. Αν ο βαθμός πληρότητας είναι χαμηλός, είναι εύκολο να βρούμε καλή θέση στάθμευσης. Αν είναι υψηλός, είναι δύσκολο να βρούμε να παρκάρουμε οπουδήποτε.

Ο Σουπ υποστηρίζει ότι πολλά από τα βάσανα του παρκάρισματος οφείλονται στο ότι οι πόλεις υιοθετούν πολιτικές που προκαλούν ιδιαίτερα υψηλούς βαθμούς πληρότητας. Αν το κόστος στάθμευσης σε μια συγκεκριμένη περιοχή είναι πολύ χαμηλό (ή –αν είναι δυνατόν!– ανύπαρκτο), τότε υπάρχει σημαντικό κίνητρο να παρκάρει κανείς εκεί, αντί να παρκάρει λίγο πιο μακριά και να περπατήσει. Έτσι, όλοι προσπαθούν να παρκάρουν εκεί, όμως οι περισσότεροι βρίσκουν τις θέσεις ήδη κατειλημμένες, κι έτσι ο κόσμος καταλήγει να σπαταλά χρόνο και να καταναλώνει ορυκτά καύσιμα κάνοντας βόλτες για να βρει μια θέση.

Ο Σουπ προτείνει ως λύση την εγκατάσταση ψηφιακών παρκομέτρων που θα ορίζουν κυμαινόμενες τιμές, οι οποίες θα ανεβαίνουν όσο αυξάνεται η ζήτηση. (Το σύστημα αυτό έχει πλέον εφαρμοστεί στο κέντρο του Σαν Φρανσίσκο.)³³ Οι τιμές καθορίζονται με στόχο έναν επιθυμητό βαθμό πληρότητας: ο Σουπ υποστηρίζει ότι αυτός ο βαθμός θα πρέπει να βρίσκεται γύρω στο 85%

*Περισσότερα για τους υπολογιστικούς κινδύνους της θεωρίας παιγνίων στο Κεφάλαιο 11.

– πολύ κάτω από τα σχεδόν 100% γεμάτα κράσπεδα των πεζοδρομίων στις περισσότερες μεγάλες πόλεις. Όπως σημειώνει, όταν η πληρότητα αυξάνεται από το 90% στο 95%, εξυπηρετούνται 5% περισσότερα αυτοκίνητα, αλλά η απόσταση που διανύει κανείς για αναζήτηση θέσης *διπλασιάζεται*.³⁴

Η καθοριστική επίδραση του βαθμού πληρότητας στη στρατηγική παρκάρισματος γίνεται ξεκάθαρη μόλις αντιληφθούμε ότι το παρκάρισμα είναι ένα πρόβλημα βέλτιστης διακοπής. Καθώς οδηγούμε στον δρόμο, κάθε φορά που βλέπουμε μια κενή θέση πρέπει να αποφασίσουμε: να παρκάρουμε εκεί, ή να πλησιάσουμε λίγο περισσότερο στον προορισμό μας και να δοκιμάσουμε την τύχη μας;

Ας υποθέσουμε ότι βρισκόμαστε σε έναν δρόμο απείρου μήκους, με ισάπεχουσες θέσεις στάθμευσης, και στόχος μας είναι να ελαχιστοποιήσουμε την απόσταση που τελικά θα περπατήσουμε μέχρι τον προορισμό μας.³⁵ Σε αυτή την περίπτωση η λύση είναι ο κανόνας «κοιτάμε και μετά ορμάμε». Ο οδηγός που ακολουθεί τη στρατηγική της βέλτιστης διακοπής θα πρέπει να προσπεράσει όλες τις κενές θέσεις που θα συναντήσει μέχρι μια ορισμένη απόσταση από τον προορισμό του και να παρκάρει στην πρώτη θέση που θα βρει στη συνέχεια. Και η απόσταση όπου πρέπει να μεταβεί από τη φάση όπου κοιτάει στη φάση όπου ορμάει εξαρτάται από το ποσοστό των θέσεων που είναι πιθανόν να είναι γεμάτες – δηλαδή από τον βαθμό πληρότητας. Στον Πίνακα 1.2 παρουσιάζονται οι αποστάσεις για ορισμένα αντιπροσωπευτικά ποσοστά.

Αν αυτός ο άπειρος δρόμος έχει βαθμό πληρότητας 99%, όπως συμβαίνει συχνά στις μεγάλες πόλεις, με κενό μόλις το 1% των θέσεων, τότε θα πρέπει

Με αυτό τον βαθμό πληρότητας (%)	Περιμένουμε μέχρι να απέχουμε τόσες θέσεις από τον προορισμό και παρκάρουμε στην επόμενη ελεύθερη θέση
0	0
50	1
75	3
80	4
85	5
90	7
95	14
96	17
97	23
98	35
99	69
99,9	693

Πίνακας 1.2: Πώς βρίσκουμε θέση στάθμευσης με βέλτιστο τρόπο.

να παρκάρουμε στην πρώτη ελεύθερη θέση που θα βρούμε από τη στιγμή που θα φτάσουμε να απέχουμε περίπου 70 θέσεις –πάνω από τετρακόσια μέτρα– από τον προορισμό μας. Αν όμως τα πράγματα γίνουν όπως τα θέλει ο Σουπ και ο βαθμός πληρότητας πέσει στο 85%, δεν χρειάζεται να ξεκινήσουμε να ψάχνουμε στα σοβαρά για θέση παρά μόνο όταν φτάσουμε να απέχουμε μισό οικοδομικό τετράγωνο από τον προορισμό μας.³⁶

Οι περισσότεροι από εμάς δεν οδηγούν σε απολύτως ευθείς, απείρου μήκους δρόμους. Έτσι, όπως και στην περίπτωση των άλλων προβλημάτων βέλτιστης διακοπής, οι ερευνητές έχουν μελετήσει διάφορες παραλλαγές αυτού του βασικού σεναρίου.³⁷ Για παράδειγμα, έχουν μελετήσει τη βέλτιστη στρατηγική παρκαρίσματος σε περιπτώσεις όπου ο οδηγός μπορεί να κάνει αναστροφές, όπου οι θέσεις στάθμευσης λιγοστεύουν όσο κανείς πλησιάζει στον προορισμό του, και όπου ο οδηγός ανταγωνίζεται με αντίπαλους οδηγούς που κατευθύνονται προς τον ίδιο προορισμό. Όποιες όμως και αν είναι οι βασικές παράμετροι του προβλήματος, η ύπαρξη περισσότερων κενών θέσεων σίγουρα θα κάνει τη ζωή μας ευκολότερη. Αυτό αποτελεί κάποιου είδους υπόμνηση προς τις δημοτικές αρχές για την πολιτική που θα πρέπει να ακολουθούν: το παρκάρισμα δεν είναι απλώς μια κατάσταση όπου έχουμε έναν πόρο (θέσεις) και πρέπει να μεγιστοποιήσουμε την αξιοποίησή του (πληρότητα): είναι επίσης μια διαδικασία –ένα πρόβλημα βέλτιστης διακοπής– στην οποία καταναλώνεται προσοχή, χρόνος και καύσιμα, και προκαλείται ρύπανση και συμφόρηση. Η σωστή πολιτική αντιμετωπίζει ολόκληρο το πρόβλημα. Και, αντίθετα απ' ό,τι θα περίμενε κανείς διαισθητικά, η ύπαρξη κενών θέσεων σε οικοδομικά τετράγωνα με υψηλή ζήτηση μπορεί να αποτελεί ένδειξη ότι τα πράγματα λειτούργουν σωστά.

Ρωτήσαμε τον Σουπ αν η έρευνά του του επιτρέπει να βελτιστοποιεί τις δικές του μετακινήσεις μέσα από την κίνηση του Λος Άντζελες μέχρι το γραφείο του στο πανεπιστήμιο UCLA. Μήπως ο κορυφαίος ειδικός παγκοσμίως στο ζήτημα του παρκαρίσματος έχει κάποιο κρυφό όπλο;

Πράγματι, έχει: «Χρησιμοποίησέ το ποδήλατο».³⁸

Πότε να αποσυρόμαστε

Το 1997, το περιοδικό *Forbes* παρουσίασε τον Μπόρις Μπερεζόφσκυ ως τον πλουσιότερο άνθρωπο της Ρωσίας, με περιουσία σχεδόν τριών δισεκατομμυρίων δολαρίων.³⁹ Δέκα μόλις χρόνια νωρίτερα, ο Μπερεζόφσκυ ζούσε με τον μισθό ενός μαθηματικού της Σοβιετικής Ακαδημίας Επιστημών. Κέρδισε τα δισεκατομμύριά του αξιοποιώντας τις σχέσεις που απέκτησε με τη βιομηχανία μέσω μιας έρευνας που διεξήγαγε με στόχο να ιδρύσει μια εταιρεία για τη διευ-

κόλυνση της επικοινωνίας μεταξύ αλλοδαπών κατασκευαστών αυτοκινήτων και της σοβιετικής αυτοκινητοβιομηχανίας AvtoVAZ. Στη συνέχεια, η εταιρεία του Μπερεζόφσκυ μετατράπηκε σε μεγάλης κλίμακας πωλητή των αυτοκινήτων που κατασκεύαζε η AvtoVAZ, χρησιμοποιώντας ένα σύστημα πληρωμής δόσεων που εκμεταλλευόταν τον υπερπληθωρισμό του ρουβλίου. Με τα κέρδη που αποκόμισε από αυτή τη συνεργασία, απέκτησε τη μερική κυριότητα της ίδιας της AvtoVAZ, στη συνέχεια του τηλεοπτικού δικτύου ORT, και τέλος της πετρελαϊκής εταιρείας Sibneft. Έχοντας γίνει μέλος μιας νέας τάξης ολιγαρχών, συμμετείχε στην πολιτική, υποστηρίζοντας την επανεκλογή του Μπόρις Γιέλτσιν το 1996 και την επιλογή του Βλαντιμίρ Πούτιν ως διαδόχου του το 1999.⁴⁰

Αλλά ακριβώς τότε η τύχη του Μπερεζόφσκυ άλλαξε. Λίγο μετά την εκλογή του Πούτιν, ο Μπερεζόφσκυ διαφώνησε δημοσίως με τις προτεινόμενες συνταγματικές μεταρρυθμίσεις που θα διεύρυναν τις εξουσίες του προέδρου. Η διαρκής δημόσια κριτική του για τον Πούτιν οδήγησε σε επιπλέον επιδείνωση των σχέσεών τους. Τον Οκτώβριο του 2000, όταν ο Πούτιν ρωτήθηκε σχετικά με την κριτική του Μπερεζόφσκυ, απάντησε: «Το κράτος έχει στα χέρια του ένα ρόπαλο που το χρησιμοποιεί κανείς για να χτυπήσει μόνο μία φορά, αλλά στο κεφάλι. Δεν έχουμε χρησιμοποιήσει ακόμα αυτό το ρόπαλο... Αν κάποια μέρα εκνευριστούμε πραγματικά, δεν θα διστάσουμε».⁴¹ Ο Μπερεζόφσκυ εγκατέλειψε μόνιμα τη Ρωσία τον επόμενο μήνα, αυτοεξοριζόμενος στην Αγγλία, όπου συνέχισε να ασκεί κριτική στο καθεστώς του Πούτιν.

Πώς αποφάσισε ο Μπερεζόφσκυ ότι ήταν ώρα να εγκαταλείψει τη Ρωσία; Υπάρχει, άραγε, τρόπος να περιγράψουμε με μαθηματικό τρόπο τη συμβουλή «σταμάτα όσο τα πράγματα πηγαίνουν ακόμη καλά»; Το ερώτημα αυτό ενδεχομένως να απασχόλησε ειδικά τον ίδιο τον Μπερεζόφσκυ, δεδομένου ότι το αντικείμενο στο οποίο είχε εργαστεί στην προηγούμενη, μαθηματική του καριέρα δεν ήταν άλλο από τη βέλτιστη διακοπή· είναι συγγραφέας του πρώτου (και, μέχρι στιγμής, του μοναδικού) βιβλίου που είναι αφιερωμένο εξ ολοκλήρου στο πρόβλημα της γραμματέως.⁴²

Το πρόβλημα της απόσυρσης από μια δραστηριότητα ενόσω τα πράγματα πηγαίνουν ακόμη καλά έχει αναλυθεί υπό πολλές διαφορετικές αμφιέσεις,⁴³ αλλά αυτή που ταιριάζει ίσως καλύτερα στην περίπτωση του Μπερεζόφσκυ –ας μας συγχωρήσουν οι Ρώσοι ολιγάρχες– είναι γνωστή ως «πρόβλημα του διαρρήκτη». Σε αυτό το πρόβλημα, ένας διαρρήκτης έχει τη δυνατότητα να πραγματοποιήσει μια σειρά από ληστείες. Κάθε ληστεία αποφέρει κάποια λεία, και υπάρχει κάποια συγκεκριμένη πιθανότητα ο διαρρήκτης να καταφέρει να διαφύγει κάθε φορά με τη λεία. Αν όμως πιαστεί, συλλαμβάνεται και χάνει όλα τα συσσωρευμένα κέρδη του. Ποιον αλγόριθμο θα πρέπει να ακολουθήσει για να μεγιστοποιήσει την αναμενόμενη λεία του;

Το γεγονός ότι αυτό το πρόβλημα έχει λύση είναι άσχημο νέο για τα σενάρια ταινιών με ληστείες: όταν η συμμορία προσπαθεί να παρασύρει τον παλαίμαχο διαρρήκτη να επανέλθει στη δράση για ένα τελευταίο κόλπο, το μόνο που χρειάζεται να κάνει ο δαιμόνιος κλέφτης είναι μερικοί αριθμητικοί υπολογισμοί. Και τα αποτελέσματα είναι σχετικά προφανή: το πλήθος των ληστειών που θα πρέπει να πραγματοποιήσει κανείς ισούται χοντρικά με την πιθανότητα να διαφύγει, διαιρεμένη με την πιθανότητα να συλληφθεί. Αν πρόκειται για επιδέξιο διαρρήκτη με πιθανότητα 90% να τα καταφέρει σε κάθε ληστεία (και πιθανότητα 10% να τα χάσει όλα), τότε θα πρέπει να αποσυρθεί μετά από $90/10=9$ ληστείες. Και ένας αδέξιος ερασιτέχνης με πιθανότητα επιτυχίας 50%; Την πρώτη φορά δεν έχει τίποτα να χάσει, αλλά δεν πρέπει να δοκιμάσει την τύχη του πάνω από μία φορά.

Παρά την εμπειρία του στη βέλτιστη διακοπή, η ιστορία του Μπερεζόφσκυ έχει θλιβερό τέλος. Πέθανε τον Μάρτιο του 2013· τον βρήκε ένας σωματοφύλακας στο κλειδωμένο μπάνιο του σπιτιού του στο Μπέρκσαϊρ με μια θηλιά στον λαιμό.⁴⁴ Το επίσημο πόρισμα της νεκροψίας ήταν ότι κρεμάστηκε δίνοντας ο ίδιος τέλος στη ζωή του⁴⁵ αφότου έχασε μεγάλο μέρος της περιουσίας του μέσω μιας σειράς πολύκροτων δικαστικών υποθέσεων με εχθρούς του στη Ρωσία. Ίσως έπρεπε να είχε σταματήσει νωρίτερα – έχοντας μαζέψει μόνο μερικές δεκάδες εκατομμύρια δολάρια, φέρ' ειπείν, και χωρίς να εμπλακεί στην πολιτική. Δυστυχώς, όμως, δεν ήταν τέτοιος άνθρωπος. Ένας από τους μαθηματικούς φίλους του, ο Λεονίντ Μπογκουσλάφσκυ, αφηγήθηκε μια ιστορία σχετικά με τον Μπερεζόφσκυ από την εποχή που οι δυο τους ήταν νέοι ερευνητές: σε μια εξόρμηση για θαλάσσιο σκι σε μια λίμνη κοντά στη Μόσχα, η βάρκα που σχεδίαζαν να χρησιμοποιήσουν χάλασε. Να πώς αφηγείται το περιστατικό ο Ντέιβιντ Χόφμαν στο βιβλίο του *The Oligarchs*:

Ενώ οι φίλοι τους πήγαν στην παραλία και άναψαν φωτιά, ο Μπογκουσλάφσκυ και ο Μπερεζόφσκυ κατευθύνθηκαν προς την αποβάθρα για να προσπαθήσουν να επισκευάσουν τη μηχανή... Τρεις ώρες αργότερα, είχαν λύσει και συναρμολογήσει ξανά τη μηχανή. Συνέχιζε να μη λειτουργεί. Παρότι είχαν χάσει το μεγαλύτερο μέρος της διασκέδασης με την υπόλοιπη παρέα, ο Μπερεζόφσκυ επέμενε ότι *έπρεπε* να συνεχίσουν την προσπάθεια. «Είχαμε δοκιμάσει διάφορα πράγματα», θυμάται ο Μπογκουσλάφσκυ. Ο Μπερεζόφσκυ δεν ήταν διατεθειμένος να τα παρατήσει.⁴⁶

Αναπάντεχα, στη βιβλιογραφία πάνω στη βέλτιστη διακοπή εμφανίζονται και περιπτώσεις όπου δεν πρέπει να τα παρατάμε – ποτέ. Αν και από το ευρύ φάσμα προβλημάτων που μελετήσαμε δεν φαίνεται να προκύπτει κάτι τέτοιο, ωστόσο υπάρχουν προβλήματα ακολουθιακής λήψης αποφάσεων όπου

δεν υπάρχει κανόνας βέλτιστης διακοπής.⁴⁷ Ένα απλό παράδειγμα είναι το παιχνίδι «τα τριπλά ή τίποτα». Φανταστείτε ότι έχουμε 1 δολάριο και μπορούμε να παίξουμε το παρακάτω παιχνίδι όσες φορές θέλουμε: στοιχηματίζουμε όλα μας τα χρήματα και έχουμε 50% πιθανότητα να τριπλασιάσουμε το ποσό και 50% πιθανότητα να χάσουμε ολόκληρο το ποντάρισμα. Πόσες φορές πρέπει να παίξουμε; Παρά την απλότητα του προβλήματος, δεν υπάρχει κανόνας βέλτιστης διακοπής για αυτό, αφού κάθε φορά που παίξουμε το μέσο κέρδος μας γίνεται λίγο μεγαλύτερο. Αν ξεκινήσουμε με 1 δολάριο, θα πάρουμε 3 δολάρια τις μισές φορές, και 0 δολάρια τις άλλες μισές, συνεπώς κατά μέσο όρο αναμένουμε να ολοκληρώσουμε τον πρώτο γύρο με 1,50 δολάρια στην τσέπη. Στη συνέχεια, αν ήμασταν τυχεροί στον πρώτο γύρο, οι δύο δυνατές εκβάσεις για τα 3 δολάρια που μόλις κερδίσαμε είναι 9 δολάρια και 0 δολάρια – οπότε το δεύτερο στοιχείμα έχει μέση απόδοση 4,50 δολάρια. Τα μαθηματικά δείχνουν ότι θα πρέπει να συνεχίζουμε να παίζουμε *πάντα*. Αν όμως ακολουθήσουμε αυτή τη στρατηγική, τελικά θα χάσουμε τα πάντα. Μερικά προβλήματα είναι καλύτερο να τα αποφεύγουμε παρά να τα λύνουμε.

Πρέπει πάντα να σταματάμε

Πιστεύω ότι δεν θα περάσω από αυτό τον κόσμο παρά μόνο μία φορά. Ό,τι καλό επομένως μπορώ να κάνω ή όποια καλοσύνη μπορώ να δείξω σε κάποιο πλάσμα με το οποίο συνυπάρχω σε αυτό τον κόσμο, ας το κάνω τώρα. Ας μην το αναβάλω ή το παραμελήσω, γιατί δεν θα ξαναπεράσω από αυτό τον δρόμο.

ΣΤΗΒΕΝ ΓΚΡΕΛΛΕΤ⁴⁸

Ξοδέψτε το απόγευμα. Δεν μπορείτε να το πάρετε μαζί σας.

ΑΝΝΙ ΝΤΙΛΛΑΡΝΤ⁴⁹

Εξετάσαμε συγκεκριμένες περιπτώσεις ανθρώπων που αντιμετωπίζουν προβλήματα διακοπής στη ζωή τους, και είναι σαφές ότι οι περισσότεροι από εμάς συναντάμε τέτοιου είδους προβλήματα, με τη μία ή την άλλη μορφή, καθημερινά. Είτε πρόκειται για γραμματείς, είτε για ερωτικούς συντρόφους, είτε για διαμερίσματα, η ζωή είναι γεμάτη βέλτιστες διακοπές. Έτσι, το αναπόφευκτο ερώτημα είναι αν –λόγω βιολογικής εξέλιξης, εκπαίδευσης ή διαίσθησης– ακολουθούμε πράγματι τις καλύτερες στρατηγικές.

Σε πρώτη ματιά, η απάντηση είναι αρνητική. Υπάρχουν καμιά δεκαριά σχετικές μελέτες που έχουν καταλήξει στο ίδιο αποτέλεσμα: έχουμε την τάση να

σταματάμε νωρίς, πριν προλάβουμε να δούμε τους καλύτερους υποψήφιους. Για να κατανοήσουμε καλύτερα τι σημαίνουν αυτά τα ευρήματα, μιλήσαμε με τον Άμνον Ράποπορτ από το Πανεπιστήμιο Ρίβερσαϊντ της Καλιφόρνιας, ο οποίος πραγματοποιεί πειράματα βέλτιστης διακοπής στο εργαστήριο για περισσότερα από σαράντα χρόνια.

Η μελέτη που ακολουθεί πιστότερα το κλασικό πρόβλημα της γραμματέως πραγματοποιήθηκε τη δεκαετία του 1990 από τον Ράποπορτ και τον συνεργάτη του Ντάρρυλ Σηλ.⁵⁰ Στη συγκεκριμένη μελέτη, οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να αντιμετωπίσουν κατ' επανάληψη το πρόβλημα της γραμματέως, με 40 ή 80 υποψήφιες κάθε φορά. Το συνολικό ποσοστό εύρεσης της απολύτως καλύτερης υποψήφιας ήταν αρκετά καλό: περίπου 31%, όχι μακριά από το βέλτιστο 37%. Η τακτική των περισσότερων από τους συμμετέχοντες ήταν συνεπής με τον κανόνα «κοιτάμε και μετά ορμάμε», αλλά ορμούσαν νωρίτερα απ' ό,τι θα έπρεπε πάνω από τέσσερις στις πέντε φορές.⁵¹

Ο Ράποπορτ μας είπε ότι αυτό το έχει κατά νου όταν λύνει προβλήματα βέλτιστης διακοπής στη δική του ζωή. Όταν ψάχνει διαμέρισμα, για παράδειγμα, προσπαθεί να υπερνικήσει την παρόρμησή του να δεσμευτεί γρήγορα. «Παρά το γεγονός ότι είμαι εκ φύσεως πολύ ανυπόμονος και θέλω να πάρω το πρώτο διαμέρισμα, προσπαθώ να ελέγξω τον εαυτό μου!»⁵²

Όμως αυτή η ανυπομονησία υποδεικνύει έναν άλλο παράγοντα που δεν λαμβάνεται υπόψη στο κλασικό πρόβλημα της γραμματέως: τον ρόλο του χρόνου. Στο κάτω κάτω, όσο χρόνο ψάχνουμε γραμματέα δεν έχουμε γραμματέα. Επιπλέον, ξοδεύουμε τη μέρα μας παίρνοντας συνεντεύξεις αντί να κάνουμε τη δουλειά μας.

Αυτού του είδους το κόστος αποτελεί μια πιθανή εξήγηση για το γεγονός ότι οι άνθρωποι σταματούν νωρίς όταν λύνουν το πρόβλημα της γραμματέως στο εργαστήριο. Οι Σηλ και Ράποπορτ έδειξαν ότι, αν θεωρηθεί ότι το κόστος εξέτασης κάθε υποψήφιας είναι, για παράδειγμα, το 1% της αξίας της εύρεσης της καλύτερης γραμματέως, τότε η βέλτιστη στρατηγική εναρμονίζεται απολύτως με το σημείο όπου οι συμμετέχοντες μετέβαιναν από τη φάση όπου κοιτούσαν στη φάση όπου ορμούσαν στα πειράματά τους.⁵³

Το μυστήριο είναι ότι στη μελέτη των Σηλ και Ράποπορτ η αναζήτηση δεν είχε κόστος. Γιατί επομένως οι άνθρωποι στο εργαστήριο ενεργούσαν σαν να υπήρχε κόστος;

Γιατί για τους ανθρώπους υπάρχει πάντα χρονικό κόστος. Δεν προέρχεται από τη σχεδίαση του πειράματος. Προέρχεται από τη ζωή των ανθρώπων.

Συνεπώς, το «ενδογενές» χρονικό κόστος της αναζήτησης, που συνήθως δεν λαμβάνεται υπόψη από τα μοντέλα βέλτιστης διακοπής, ίσως να αποτελεί μια εξήγηση για το γεγονός ότι η διαδικασία λήψης αποφάσεων από τους ανθρώπους αποκλίνει συστηματικά από τις συνταγές των μοντέλων. Όπως

αναφέρει ο ερευνητής Νηλ Μπέρντεν που ασχολείται με προβλήματα βέλτιστης διακοπής: «Αφού ψάξουμε λίγο, εμείς οι άνθρωποι απλώς έχουμε την τάση να βαριόμαστε. Δεν είναι παράλογο να βαριέται κανείς, αλλά είναι δύσκολο να αναπαρασταθεί αυστηρά μέσω ενός μοντέλου». ⁵⁴

Αυτό, όμως, δεν κάνει τα προβλήματα βέλτιστης διακοπής λιγότερο σημαντικά· μάλιστα, τα κάνει πιο σημαντικά, διότι η πάροδος του χρόνου μετατρέπει όλα τα προβλήματα λήψης απόφασης σε προβλήματα βέλτιστης διακοπής. ⁵⁵

«Η θεωρία της βέλτιστης διακοπής αφορά το πρόβλημα της επιλογής της χρονικής στιγμής πραγματοποίησης μιας ενέργειας». Έτσι ξεκινά το εγκυρότερο εγχειρίδιο πάνω στη βέλτιστη διακοπή, ⁵⁶ και είναι δύσκολο να σκεφτεί κανείς μια πιο περιεκτική περιγραφή της ανθρώπινης κατάστασης. Φυσικά και αποφασίζουμε ποια είναι η κατάλληλη στιγμή να αγοράσουμε μετοχές και ποια είναι η κατάλληλη στιγμή να τις πουλήσουμε· αποφασίζουμε όμως και ποια είναι η κατάλληλη στιγμή να ανοίξουμε ένα μπουκάλι κρασί που κρατούσαμε για κάποια ειδική περίπτωση, ποια είναι η κατάλληλη στιγμή να διακόψουμε κάποιον, ή να τον φιλήσουμε.

Υπό αυτό το πρίσμα, η πιο θεμελιώδης και ταυτόχρονα πιο δύσκολα πιστευτή παραδοχή στο πρόβλημα της γραμματέως –η αυστηρή σειριακότητά του, η αμείλικτη μονόδρομη εξέλιξή του– αποκαλύπτεται πως είναι η φύση του ίδιου του χρόνου. Ως εκ τούτου, η ρητή παραδοχή των προβλημάτων βέλτιστης διακοπής αποτελεί τη σιωπηρή παραδοχή στην οποία βασίζονται όλα τα ζωντανά πλάσματα. Είναι αυτή που μας αναγκάζει να αποφασίζουμε με βάση πιθανότητες που δεν έχουμε δει ακόμα, αυτή που μας αναγκάζει να αποδεχόμαστε υψηλά ποσοστά αποτυχίας ακόμα και όταν ενεργούμε με βέλτιστο τρόπο. Καμία ευκαιρία δεν ξανάρχεται. Μπορεί να έχουμε ξανά παρόμοιες ευκαιρίες, αλλά ποτέ ακριβώς την ίδια. Ο δισταγμός –η αδράνεια– είναι εξίσου αμετάκλητος με τη δράση. Ό,τι είναι για έναν οδηγό αυτοκινήτου, εγκλωβισμένο σε έναν μονόδρομο, ο χώρος, είναι για εμάς η τέταρτη διάσταση: πραγματικά περνάμε από αυτό το μονοπάτι μόνο μία φορά.

Με βάση τη διαίσθησή μας, θεωρούμε ότι ορθολογική λήψη αποφάσεων σημαίνει να απαριθμήσουμε εξαντλητικά τις δυνατότητές μας, να ζυγίσουμε προσεκτικά την καθεμία, και κατόπιν να επιλέξουμε την καλύτερη. Στην πράξη, όμως, όταν το ρολόι –ή η καρδιά– χτυπά, λίγες πτυχές της διαδικασίας λήψης αποφάσεων (ή της σκέψης γενικότερα) είναι τόσο σημαντικές όσο αυτή: το πότε πρέπει να σταματήσουμε.