

## Γνωσιακές επιστήμες και διεπιστημονικότητα

Μ.Πουρνάρη, Λέκτορας Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

*Γνωσιακή επιστήμη ή γνωσιοεπιστήμη (cognitive science)* έχει ονομασθεί η διακλαδική έρευνα της ανθρώπινης διάνοιας και της νοημοσύνης από τις επιστήμες της ψυχολογίας, της επιστήμης των Ηλεκτρονικών Υπολογιστών και της Τεχνητής Νοημοσύνης, της γλωσσολογίας, της ανθρωπολογίας, της φιλοσοφίας, και αργότερα της νευροεπιστήμης. Η γενέθλια πράξη των γνωσιακών επιστημών εντοπίζεται το 1956 σε συμπόσιο για την πληροφορική τεχνολογία που πραγματοποιήθηκε στο Τεχνολογικό Ινστιτούτο της Μασσαχουσέτης, όταν, για παράδειγμα, οι A. Newell και H. Simon εισηγούνται τη «Λογικοθεωρητική Μηχανή», την πρώτη πλήρη απόδειξη θεωρήματος με υπολογιστική μηχανή, ενώ ο γλωσσολόγος N. Chomsky δείχνει ότι ένα υπόδειγμα γλωσσικής παραγωγής με βάση τη θεωρία πληροφοριών του C. Shannon δεν εφαρμόζεται στη φυσική γλώσσα και προτείνει γλωσσικούς μετασχηματισμούς της δικής του γραμματικής. Η επίσημη αναγνώριση της *Cognitive Science Society* έρχεται στα μέσα της δεκαετίας του 1970 όταν εκδίδεται το περιοδικό *Cognitive Science*.<sup>1</sup>

Η γνωσιακή επιστήμη, θεωρώντας ότι η ανθρώπινη γνώση<sup>2</sup> —τουλάχιστον εν μέρει— συνιστά διεργασίες που μπορούν να πραγματοποιηθούν από έναν υπολογιστή, αντλεί τις βασικές της παραδοχές από την *Επιστήμη των Ηλεκτρονικών Υπολογιστών* που, μεταξύ άλλων, μελετά τη φύση και τα όρια του υπολογισμού και από τον κλάδο της *Τεχνητής Νοημοσύνης* που ερευνά τον βαθμό στον οποίο οι μηχανές μπορούν να συλλάβουν τη νοημοσύνη των ανθρώπινων όντων.

Κοινή παραδοχή αυτών των, κατά τα άλλα, διακριτών προσεγγίσεων της γνωσιακής επιστήμης είναι η θεώρηση της νοημοσύνης με όρους *αναπαραστατικών δομών* και *υπολογιστικών διεργασιών* του νου που επιτελούνται πάνω σε αυτές τις δομές. Το *κλασικό υπολογιστικό υπόδειγμα* σειραϊκής επεξεργασίας συμβόλων συνιστά ένα σύστημα λογικών κανόνων για τον χειρισμό δομών, οι οποίες συγκροτούνται από τα καθέκαστον των διαφορετικών συμβολικών τύπων. Το υπολογιστικό υπόδειγμα της *συνδεσιοκρατίας* συνίσταται στη δραστηριότητα παράλληλα συνδεδεμένων δικτύων από αφηρημένες διεργασίες μονάδων, υποθέτοντας την ύπαρξη ενός υποκείμενου συστήματος νευρωνικών διεργασιών του εγκεφάλου.

Η δυνατότητα, ωστόσο, κατασκευής ενός "σκεπτόμενου υπολογιστή" μπορεί να υποστηριχθεί αν και μόνο αν η ανθρώπινη σκέψη, ήταν *υπολογιστική*. Για τη θεμελίωση αυτού του ισχυρισμού όμως απαιτείται μια θεωρία που να μας εξηγήσει τη φύση των νοητικών διεργασιών. Μόνο τότε θα μπορούσαμε να διαπιστώσουμε τι είδους υπολογιστικοί μηχανισμοί επιτελούνται στις εν λόγω διεργασίες και ένα τέτοιο εγχείρημα δεν μπορεί παρά να απαιτεί διεπιστημονική συνεργασία. Με την εισαγωγική αυτή επισκόπηση του τρόπου με τον οποίο «συναντώνται» οι διάφοροι επιστημονικοί κλάδοι που πραγματεύονται προβλήματα της ανθρώπινης νοημοσύνης και γνώσης θα επιχειρηθεί η κατάδειξη του είδους της διεπιστημονικότητας που χαρακτηρίζει τη συγκρότηση της γνωσιακής επιστήμης, και ορισμένα από τα ερευνητικά προβλήματα που ανακύπτουν στο πλαίσιο της.

**I.** Ποια είναι όμως η φύση της ανθρώπινης νοημοσύνης και του νου ως οντότητας (διάνοιας), καθώς και οι σχέσεις του με τον ανθρώπινο εγκέφαλο, καθώς και τον ηλεκτρονικό υπολογιστή; Σε τι διαφέρει η διάνοια από τα υλικά πράγματα; Ποια η σχέση των νοητικών αναπαραστάσεων της ανθρώπινης διάνοιας με τις δομές δεδομένων του ηλεκτρονικού υπολογιστή; Τι σημαίνει νοητική αναπαράσταση; Τι σημαίνει απλώς αναπαράσταση; Τι υπολογιστική διεργασία και ποια η σχέση της με την αλγοριθμική; Είναι δυνατό να συλλάβουμε τα νοητικά φαινόμενα ως αντικείμενα φυσικών επιστημών, με άλλα λόγια ο τρόπος με τον

<sup>1</sup> Πρβλ. H. Gardner, "Cognitive Science Characterized", στο P.K. Moser, A. v. Nat, *Human Knowledge*, Oxford Un. Pr., N.Y. 1987, σσ. 375-393.

<sup>2</sup> Ο όρος «γνώση» (cognition), στην καθημερινή του σημασία, δηλώνει ενέργεια ή ικανότητα του γνωρίζειν, αλλά σε φιλοσοφικά ή επιστημονικά συμφραζόμενα διευρύνεται συμπεριλαμβάνοντας την αίσθηση, την αντίληψη, την εννοιολόγηση, τον συλλογισμό κτλ.

οποίοι οι άνθρωποι αναπαριστούν ή κατανοούν τις έννοιες είναι πρόβλημα εμπειρικό ή έγκειται στην ουσία του διανοητικού να συνιστά πεδίο ενός ιδιάζοντος εξηγητικού εγχειρήματος; Ποιος είναι ο ρόλος της συνείδησης, των υποκειμενικών βιωμάτων, των συγκινήσεων, του φυσικού και κοινωνικού περιβάλλοντος στην ανθρώπινη σκέψη; Αυτά είναι ορισμένα από τα ερωτήματα, η φιλοσοφική πραγμάτευση των οποίων συγκροτεί τον σύγχρονο κλάδο της *φιλοσοφίας του νου* (*philosophy of mind*) ο οποίος εξετάζει κριτικά τις θεωρητικές προϋποθέσεις και τα εμπειρικά αποτελέσματα της ψυχολογίας, της τεχνητής νοημοσύνης, της γλωσσολογίας, της νευροεπιστήμης και ενδιαφέρεται για τη διατύπωση θεωριών για τον ανθρώπινο νου.

Η κατανόηση της φύσης της διάνοιας και των διεργασιών της αποτέλεσε αντικείμενο μελέτης και παρέμεινε στη δικαιοδοσία της φιλοσοφίας μέχρι τον 19ο αιώνα, όταν πειραματικοί ψυχολόγοι, όπως W. Wundt, εγκαινιάζουν εργαστηριακές μεθόδους συστηματικής έρευνας των νοητικών διεργασιών με τη μέθοδο της ενδοσκόπησης. Λίγες δεκαετίες αργότερα στις αρχές του 20ου αιώνα, οι ψυχολογικές έρευνες κυριαρχούνται από τις αντιλήψεις των *συμπεριφοριστών* (*behaviourists*) W. Watson, B.F. Skinner, και C.L. Hull. Η επιστημονική αξία των δεδομένων της ενδοσκόπησης αμφισβητείται και υποστηρίζεται ότι το αντικείμενο της ψυχολογίας δεν πρέπει να είναι οι εσωτερικές διεργασίες του νου αλλά η αντικειμενική παρατήρηση της συμπεριφοράς ως σχέση ανάμεσα στα ερεθίσματα και τις συμπεριφορικές αντιδράσεις.<sup>3</sup>

Ωστόσο, η μελέτη της *συντελεστικής εξαρτημένης μάθησης*, όπως ονομάστηκε η μάθηση ορισμένων συμπεριφορών, αντιμετώπισε το πρόβλημα της "καταμέτρησης" της συμπεριφοράς. Με άλλα λόγια, ο συμπεριφορισμός δεν κατάφερε να διατυπώσει νόμους που να μπορούν να περιγράψουν τη συμπεριφορά ως 1-1 αντιστοίχιση των συνθηκών φυσικού ερεθισμού από τη μία, και των συγκεκριμένων συμπεριφορικών αντιδράσεων από την άλλη.

Στην κριτική του συμπεριφορισμού,<sup>4</sup> η παρακμή του οποίου γίνεται εμφανής στη δεκαετία του 1950, συμβάλλει και η *μορφοψυχολογία* (*gestalt psychology*) των K. Koffka, M. Wertheimer και Kϕhler, η οποία απορρίπτει την *ατομιστική* θεώρηση των απλών αισθημάτων που είχε επιβάλει η παραδοσιακή ψυχολογία και υποστηρίζει την ολιστική θεώρηση οργάνωσης της αντίληψης ως συνόλου που είναι μεγαλύτερο από το άθροισμα των μερών του.

Η νέα παραδοχή, ότι το νοητικό περιεχόμενο μπορεί να υπερβαίνει το ερέθισμα που το προκαλεί, αναδεικνύει τη σημασία των μηχανισμών εσωτερικής επεξεργασίας και υποκινεί το ενδιαφέρον των ψυχολόγων για νέα πειράματα μελέτης των διεργασιών της αντίληψης με βάση τις προσχηματισμένες κατηγορίες και έννοιες του νου. Στην αφύπνιση του ενδιαφέροντος των ψυχολόγων για τη σημασία των μηχανισμών εσωτερικής επεξεργασίας και την υιοθέτηση νέων πειραμάτων μελέτης τους, το πρόσωπο που συμβολίζει τη ρήξη με τον συμπεριφορισμό είναι ο J. Bruner.<sup>5</sup> Η νέα θεωρία για την αντίληψη που υποστηρίζει μια μορφή *γνωσιοκρατίας* (*cognitivism*) προχωρεί πέρα από τις πληροφορίες που το περιβάλλον προσφέρει στον οργανισμό, καθιστώντας αντικείμενο έρευνας τη φύση αυτών των διεργασιών, αυτό που προσθέτει ο νους στις πληροφορίες που προέρχονται από τα ερεθίσματα (συγκινησιακές μεταβλητές, αξίες, ανάγκες, προσδοκίες).

**II.** Η αναζήτηση μηχανισμών επεξεργασίας πληροφοριών στην ψυχολογία συνδέεται με την εμφάνιση των πρώτων ψηφιακών υπολογιστών που έδειξαν τη δυνατότητα αναπαράστασης εσωτερικών διαδικασιών με λογική μορφή και υποκίνησαν την ιδέα της Τεχνητής Νοημοσύνης. Πρόκειται για την προσπάθεια σχεδιασμού και εφαρμογής υπολογιστικών προγραμμάτων που επιλύουν προβλήματα με "νοήμονα τρόπο" από μεγάλες βάσεις δεδομένων. Η Τεχνητή

---

<sup>3</sup>. J. Watson, «Psychology as the Behaviorist views it», *Psychological Review*, 20 (1913), 158-177, σ. 158.

<sup>4</sup>. Έντονη κριτική ασκείται και στη φιλοσοφική εκδοχή του συμπεριφορισμού. Ο φιλοσοφικός συμπεριφορισμός έχει αντλήσει το θεωρητικό υπόβαθρό του αφενός από τις φιλοσοφικές αντιλήψεις του *λογικού εμπειρισμού* για την επιστήμη και αφετέρου, από το εγχείρημα του L. Wittgenstein για την ιδιωτική γλώσσα. Η εφαρμογή του επαληθευσοκρατικού κριτηρίου του νοήματος όμως από τον φιλοσοφικό συμπεριφορισμό για τη νοηματοδότηση μιας επιστημονικής πρότασης που εκφράζει διανοητικές ιδιότητες δέχεται τα πειρά των W. v. O. Quine, H. Putnam και J. Fodor.

<sup>5</sup>. Βλ. J. Bruner, «On Perceptual Readiness», *Psychological Review*, 64 (1957), 123-154.

Νοημοσύνη, χωρίς να ενστερνίζεται κατ' ανάγκην ότι οι άνθρωποι σκέπτονται μόνο μέσω διαδικασιών υπολογισμού ή ότι ένα υπολογιστικό υπόδειγμα περιγράφει πώς πράγματι λειτουργεί ο ανθρώπινος νους, ασχολείται με την πραγματοποίηση μιας νοητικής διεργασίας μέσω υπολογισμού.

Η ιδέα του υπολογισμού (*computation*) εμπλέκει την έννοια της μαθηματικής συνάρτησης. Η έννοια της συνάρτησης γίνεται πολύ γενική ιδιαίτερα όταν επεκταθεί σε πράγματα. Αυτό που διατηρείται, ανεξάρτητα από το είδος της συνάρτησης, είναι ότι αν κανείς γνωρίζει να χρησιμοποιεί μια συνάρτηση τότε έχει μια μέθοδο για την εξαγωγή της τελικής τιμής της. Γνωρίζει με βεβαιότητα τι πρέπει να κάνει σε κάθε βήμα για το τελικό εξαγόμενο, την οριστική απάντηση. Η μέθοδος αυτή ονομάστηκε *αλγόριθμος*. Το χαρακτηριστικό των αλγορίθμων είναι ότι για τη μετάβαση από το ένα βήμα στο άλλο ο αριθμός των βημάτων είναι πεπερασμένος και καθορίζεται από το *διάγραμμα ροής*.

Η χρήση των αλγορίθμων και του υπολογισμού των τιμών μιας συνάρτησης είναι τόσο παλιά όσο και τα αρχαία μαθηματικά. Ιδιαίτερα στα τέλη του 19ου αιώνα, στο πλαίσιο της θεμελίωσης των μαθηματικών ως επιστήμης, δηλαδή κατά την απάντηση του ερωτήματος τι κάνει τις μαθηματικές προτάσεις να είναι αληθείς, επιχειρήθηκε ο καθορισμός της επάρκειας μιας ορισμένης μεθόδου υπολογισμού. Το ερώτημα που διατυπώθηκε ήταν εάν μπορούσε να υπάρξει μια γενική μέθοδος που θα μας έλεγε για κάθε υπολογιστική διαδικασία εάν είναι ή δεν είναι αλγοριθμική. Το 1937 το ζήτημα αυτό απασχόλησε τον Άγγλο μαθηματικό Alan Turing (1912-54) με τη μορφή της αναζήτησης της απλούστερης δυνατής συσκευής που θα μπορούσε να εκτελέσει τον οποιοδήποτε υπολογισμό, όσο πολύπλοκος και αν ήταν. Ο Turing περιέγραψε μια τέτοια συσκευή, αυτή που ονομάστηκε "μηχανή Turing", η οποία δεν ήταν φυσική μηχανή αλλά ένας αφηρημένος, θεωρητικός καθορισμός μιας δυνατής μηχανής: μεταφορική περιγραφή μιας διάταξης με κεφαλή ανάγνωσης και εκτύπωσης που είναι ικανή να μετακινείται ένα τετράγωνο τη φορά, δεξιά ή αριστερά, πάνω σε ταινία απείρου μήκους —χωρισμένη σε τετράγωνα—, και να αναγνωρίζει, να εγγράφει ή να απαλείφει σύμβολα που είναι γραμμένα στην ταινία— αυτά είναι μόνον δύο, το 0 ή το 1—, δηλαδή να αλλάζει την εσωτερική της κατάσταση —δύο δυνατές καταστάσεις— με βάσει απολύτως προσδιορισμένες εντολές που συνιστούν το πρόγραμμά της.<sup>6</sup> Ωστόσο προκειμένου μια μηχανή να εκτελεί ένα πρόγραμμα χρειάζεται ερμηνεία των συμβόλων που υπάρχουν πάνω στην ταινία και προσδιορισμός των "εσωτερικών καταστάσεων" της μηχανής. Δηλαδή, ενώ οι εν λόγω καταστάσεις δίνονται εξ ορισμού, η εκκωδίκευση του συμβολισμού χρειάζεται ερμηνεία, δηλαδή ένα πρόγραμμα που να μπορεί να μιμείται το πρόγραμμα μιας άλλης μηχανής. Εξ αυτού ο Turing απέδειξε ότι για την εκτέλεση όλων των λειτουργιών που μια "μηχανή Turing" μπορεί να εκτελέσει, δεν χρειαζόμαστε μια ξεχωριστή μηχανή για την κάθε λειτουργία. Θα μας αρκούσε μια "Καθολική μηχανή Turing" που να μπορεί να μιμηθεί κάθε άλλη μηχανή.<sup>7</sup> Αλγόριθμος είναι αυτό που κάνει η "μηχανή Turing": να ανάγει οτιδήποτε αναγνωρίζουμε ως αποτελεσματική διεργασία σε μια σειρά από απλά βήματα. Πρόκειται για την επεξεργασία εισερχομένων, σύμφωνα με οδηγίες, και την παραγωγή εξερχομένων. Η "μηχανή Turing" περιγράφει την αφηρημένη δομή του υπολογισμού. Ο υπολογισμός νοείται ως επεξεργασία πληροφοριών, χειρισμός συμβόλων, και με αυτήν την έννοια επεξεργασία αναπαραστάσεων. Οι αναπαραστάσεις φέρουν πληροφορία, υπό μίαν έννοια λένε κάτι ή ερμηνεύονται ότι λένε κάτι. Και μάλιστα αυτό εκτελείται αυτοματικά. Οι αυματοποιημένοι αλγόριθμοι χρησιμοποιούνται για να εισάγουν και να εξάγουν αναπαραστάσεις, που είναι ενσωματωμένες κατά έναν τρόπο στη φυσική δομή του υπολογιστή. Η επεξεργασία ή ο χειρισμός γίνεται εκτελώντας αποτελεσματικές διαδικασίες με βάση διαγράμματα ροής ή γλώσσες προγραμματισμού, συστήματα εκκωδίκευσης που κάνουν τη μηχανή να μπορεί να εκτελέσει άλλα είδη πιο σύνθετων λειτουργιών. Συνέπεια αυτού του

<sup>6</sup>. Πρβλ Γ. Μαραγκός, στο *Γνωσιολογισμοί, Στο μεταίχμιο της Φιλοσοφίας της Επιστήμης και της Γνωσιοεπιστήμης*, Οδυσσέας, Αθήνα 1996, σ. 114.

<sup>7</sup>. Αυτό που μπορεί να κάνει μια τέτοια μηχανή, ισχυρίστηκε ο Turing, είναι ότι κατ' αρχάς μπορεί να υπολογίσει κάθε υπολογίσιμη συνάρτηση, αρκεί να έχει αρκετό χρόνο και αρκετή ταινία. Και έκτοτε αυτό θεωρήθηκε ορισμός του αλγόριθμου από τον Αμερικανό επιστήμονα της λογικής Alonzo Church (1903) ο οποίος κατέληξε σε παρόμοια με τον Turing συμπεράσματα.

χαρακτηριστικού είναι ότι δεν ενδιαφέρει το υλικό από το οποίο είναι κατασκευασμένη μια μηχανή αλλά η λειτουργία της, το πρόγραμμα που τρέχει.<sup>8</sup>

Η υπόθεση ότι η ανθρώπινη σκέψη μπορεί να μην είναι η μοναδική σκέψη που υπάρχει στον κόσμο, έκανε την πρώιμη *Τεχνητή Νοημοσύνη*, να θέσει ως σκοπό της την κατασκευή μηχανών που θα εκτελούσαν ενέργειες, οι οποίες θα απαιτούσαν σκέψη αν γίνονταν από ανθρώπους. Το 1950, ο Tóring<sup>9</sup> μετέτρεψε το ερώτημα, αν μια μηχανή μπορούσε να σκέφτεται, σε έλεγχο περιστάσεων εντός των οποίων θα μπορούσε μια μηχανή να μας παραπλανήσει σαν να ήταν σκεπτόμενο πρόσωπο. Στο *παιγνίδι της μίμησης*, όπως ονομάστηκε, κάποιος επικοινωνεί από απόσταση αφενός με μια μηχανή και αφετέρου μ' ένα άλλο πρόσωπο. Ο έλεγχος συνίσταται στο εξής: εάν ο πρώτος δεν μπορεί κατά τη συνομιλία του να βρει διαφορά ανάμεσα στους δύο συνομιλητές του, τη μηχανή και τον άνθρωπο, τότε αυτό σημαίνει ότι η μηχανή σκέφτεται.<sup>10</sup>

Η Τεχνητή Νοημοσύνη, στη γενική της σύλληψη, θεωρείται ο κλάδος που ερευνά εάν και σε ποιο βαθμό οι νοητικές δραστηριότητες των ανθρώπινων όντων μπορούν να αναπαραχθούν από μηχανές. Η *ισχυρή* Τεχνητή Νοημοσύνη υποστηρίζει ότι ένας υπολογιστής μπορεί να είναι προικισμένος με νοημοσύνη, επομένως υπάρχει η δυνατότητα κατασκευής μιας "σκεπτόμενης μηχανής", ενώ η *ασθενής* Τεχνητή Νοημοσύνη υποστηρίζει, μετριοπαθέστερα, ότι κατασκευάζοντας έναν "σκεπτόμενο υπολογιστή" μπορούμε να μάθουμε περισσότερα για τη φυσική νοημοσύνη.

Σύμφωνα με την ισχυρή Τεχνητή Νοημοσύνη, η ανθρώπινη σκέψη είναι καθαρά υπολογιστική διαδικασία. Τα συνειδητά αισθήματα είναι αποτέλεσμα εκτέλεσης κατάλληλων υπολογισμών τόσο στον ανθρώπινο εγκέφαλο όσο και στον ηλεκτρονικό υπολογιστή. Η ασθενής Τεχνητή Νοημοσύνη, ενώ πιστεύει ότι η συνείδηση είναι φυσικό χαρακτηριστικό της λειτουργίας του εγκεφάλου, διαφωνεί ότι κάποιο είδος προσομοίωσής της ως φυσικής δραστηριότητας μπορεί να δημιουργήσει από μόνο του συνειδητότητα.<sup>11</sup>

**III.** Στην Ψυχολογία, μετά την αμφισβήτηση του συμπεριφορισμού, αλλά και υπό την επίδραση της *Θεωρίας της Πληροφορίας* του Shannon,<sup>12</sup> αναζητούνται νέοι τρόποι θεώρησης της κωδικοποίησης των πληροφοριών, των νοητικών αναπαραστάσεων (σχήματα, έννοιες, εικονικότητα), της αναγνώρισης σχημάτων οργάνωσης (patterns), της επιλεκτικής προσοχής, των συγκινήσεων, της μνήμης, της μάθησης, της γλώσσας και της γλωσσικής επικοινωνίας, της επίλυσης προβλημάτων, της λήψης αποφάσεων.

Οι ιδέες της Πληροφορικής ήταν οι πρώτες από το θεωρητικό υπόβαθρο της επιστήμης των Ηλεκτρονικών Υπολογιστών που επηρέασαν τις γνωσιοψυχολογικές έρευνες που επρόκειτο να αποκτήσουν διεπιστημονικό χαρακτήρα. Η πρώτη πλήρης απόδειξη θεωρήματος με τη

---

<sup>8</sup>. Πρόκειται για την αντίληψη του *λειτουργισμού*, ο οποίος στο πλαίσιο της φιλοσοφίας της διάνοιας θα πραγματευθεί τα νοητικά συμβάντα μέσω των αιτιακών τους ρόλων, αναφερόμενος σ' ένα επίπεδο ανάλυσης ανεξάρτητα από τις υλικές δομές στις οποίες αυτά πραγματώνονται. Όσοι ενστερνίζονται τη λειτουργιστική προσέγγιση συμφωνούν ως προς το ότι οι νοητικές καταστάσεις αναγνωρίζονται, πρωτίστως, μέσω των μεταξύ τους αλληλεπιδράσεων, ωστόσο, διαφωνούν στην εξειδίκευση αυτών των αλληλεπιδράσεων.

<sup>9</sup>. A. Tóring, "Computing Machinery and Intelligence", *Mind*, τομ. 56, (1950) 433-60.

<sup>10</sup>. Έχει υποστηριχθεί ότι το *παιγνίδι της μίμησης*, όπως ονομάστηκε, αποτελεί έναν συμπεριφοριστικό έλεγχο και μόνον και δημιουργεί σύγχυση ανάμεσα στην πραγματική ανθρώπινη σκέψη και την απλή ομοίωσή της. Αυτό που κάνει ο έλεγχος Tóring είναι να διακρίνει την ιδέα κάποιου πράγματος που σκέπτεται από την ιδέα κάποιου πράγματος που σκέπτεται με τον τρόπο των ανθρώπων. Δηλαδή πώς εμφανίζεται η μηχανή στον έλεγχο και όχι αν η μηχανή περνάει τον έλεγχο με τον τρόπο των ανθρώπων. Βλ. T. Craine, *The Mechanical Mind*, Penguin Books, London 1995, σ. 118.

<sup>11</sup>. Αντίπαλες προσεγγίσεις θα θεωρήσουν τη συνείδηση αποτέλεσμα κατάλληλης φυσικής δραστηριότητας του εγκεφάλου που όμως δεν μπορεί να προσομοιωθεί σε υπολογιστή ο οποίος είναι τελείως διαφορετικό φυσικό σύστημα. Οι πιο απαισιόδοξοι θα εικάσουν ότι δεν θα καταστεί δυνατό να περιγράψουμε τη συνείδηση με όρους επιστημονικούς, φυσικούς ή υπολογιστικούς.

<sup>12</sup>. C.E. Shannon, "A Mathematical Theory of Information", *Bell System Technical Journal*, 27 (1948), 379-423, και 623-656.

"Λογικοθεωρητική Μηχανή" (Logic Theory Machine) των Newell, Shaw και Simon<sup>13</sup> τροφοδότησε θεωρητικά τις τεχνικές επίλυσης προβλημάτων,<sup>14</sup> από τις οποίες προήλθαν υποδείγματα μηχανισμών μάθησης και αρχιτεκτονικής της ανθρώπινης γνώσης. Σύμφωνα με τη γενικευτική, ενοποιημένη θεωρία του Newell,<sup>15</sup> κάθε γνωσιακό έργο, στο σύνολό του όπως και στα μέρη του, μπορεί να θεωρηθεί μια ευριστικά καθοδηγημένη έρευνα στον χώρο των πιθανοτήτων: όταν η επίλυση του προβλήματος προσκρούσει σε κάποιο αδιέξοδο, τότε μπορούν να χρησιμοποιηθούν ασθενέστερες αλλά γενικότερες τεχνικές για την επίλυσή του. Άπαξ και λυθεί το αδιέξοδο, η λύση αυτή αποθηκεύεται με τη μορφή παραγωγικού κανόνα στη μακροπρόθεσμη μνήμη.

Είναι η εποχή κατά την οποία ο Skinner<sup>16</sup> αποπειράται να δείξει πώς οι συμπεριφορικές αρχές μπορούν να επεκταθούν στα γλωσσικά φαινόμενα ως ρητή συμπεριφορά (verbal behavior), ενώ από το 1967, με πρωταρχικό ενδιαφέρον τις διεργασίες της γλωσσικής κατανόησης διαδίδεται μέσα από τη δουλειά του Nelsner<sup>17</sup> ο όρος *γνωσιακή ψυχολογία* (cognitive psychology). Έργο τώρα της ψυχολογίας είναι η διατύπωση ακριβών περιγραφών των υπολογιστικών διεργασιών με τις οποίες οι άνθρωποι αντιλαμβάνονται, αναγνωρίζουν, θυμούνται, συλλογίζονται, επιλύουν προβλήματα, μαθαίνουν. Οι γνωσιακές λειτουργίες με βάση τις ήδη αποκτημένες γνώσεις, δεξιότητες, προσδοκίες και αξίες του γνωστικού υποκειμένου θεωρούνται διεργασίες δημιουργικές και όχι ανακλαστικές αντιδράσεις.

Στην ίδια κατεύθυνση συμβάλλει η *αναπτυξιακή ψυχολογία* (developmental psychology) η οποία μελετά την ανάπτυξη των παιδικών ικανοτήτων στα διάφορα στάδιά της.<sup>18</sup> Η σχέση ανάμεσα στην αναπτυξιακή ψυχολογία και τη γνωσιακή ψυχολογία είναι από την αρχή στενή. Κυριαρχήθηκε από τα ενδιαφέροντα για τις νοητικές αναπαραστάσεις και διεργασίες που υπόκεινται των γνωσιακών δεξιοτήτων και από τις θέσεις της γενετικής επιστημολογίας του Piaget,<sup>19</sup> σύμφωνα με τις οποίες ο συλλογισμός αναπτύσσεται πάνω σε μια εσωτερικευμένη στον ανθρώπινο νου εκδοχή κατηγορηματικού λογισμού.<sup>20</sup>

Ακόμη η *γλωσσολογία*, όταν προσιδιάζει στη γνωσιοκρατία επιδίδεται στην ανάλυση γλωσσικών δομών, εισφέροντας ερευνητικές υποθέσεις για την οργάνωση και λειτουργία του νου.<sup>21</sup> Ο Chomsky, παράλληλα με την εισαγωγή νέων μεθόδων για την περιγραφή κανονικοτήτων στα συντακτικά συστήματα των φυσικών γλωσσών, προτείνει μια *γνωσιακή γλωσσολογική θεωρία*: οι γλωσσικοί κανόνες ενυπάρχουν στον νου των χρηστών της γλώσσας και χρησιμοποιούνται για την κατανόηση και την παραγωγή εκφράσεων και κειμένων.

Ένας από τους λόγους που είχαν οδηγήσει στη συγκρότηση της *κοινωνικής ψυχολογίας* ήταν η άποψη ότι ο εργαστηριακός έλεγχος επηρεάζει τη συμπεριφορά που υποτίθεται ότι ερευνά και έτσι είναι αδύνατο να προσπορίσει χρήσιμα συμπεράσματα γι' αυτήν. Παρά την κοινότοπη άποψη για τη χρήση της γλώσσας ως ζήτημα κοινωνικής συμπεριφοράς, στους κόλπους της κοινωνικής ψυχολογίας, ωστόσο, αναπτύσσεται η *γνωσιακή κοινωνική ψυχολογία*, μια ισχυρή πειραματική παράδοση που δίνει έμφαση στον ρόλο που παίζουν οι γνωσιακές διεργασίες του ατόμου στην εκδήλωση της κοινωνικής του συμπεριφοράς.

<sup>13</sup>. Βλ. A. Newell, J.C. Shaw και H.A. Simon, "Empirical explorations with the Logic Theory Machine: A case study in heuristics", *Proceedings of the Western Joint Computer Conference*, 15, 218-239 (1957).

<sup>14</sup>. Βλ. A. Newell, H.A. Simon, *Human Problem Solving*, Englewood Cliffs, Prentice-Hall, N.J. 1972.

<sup>15</sup>. Βλ. A. Newell, *Unified Theories of Cognition: The 1987 William James Lectures*, MA. Harvard Un. Pr., Cambridge 1990.

<sup>16</sup>. B.F. Skinner, *Verbal Behavior*, Appleton-Century-Crofts, N.Y. 1957.

<sup>17</sup>. U. Nelsner, *Cognitive Psychology*, Appleton-Century-Crofts, N.Y. 1967.

<sup>18</sup>. Βλ. J. Piaget, *The Origins of Intelligence in Children*, International University Press, 1952.

<sup>19</sup>. J. Piaget, *The Language and Thought of the Child*, Meridian Books, 1955.

<sup>20</sup>. Για τη συμβολή της αναπτυξιακής ψυχολογίας στις γνωσιακές επιστήμες βλ. A. Karmiloff-Smith, *Πέρα από τη Σπονδυλωτή Διάνοια* (1992), Οδυσσέας, Αθήνα 1998.

<sup>21</sup>. Βλ. N. Chomsky, "A review of B.F. Skinner's *Verbal Behavior*", (1957), στο N. Block, *Readings in Philosophy of Psychology*, v. I., Harvard University Press, 1980. Η σχέση ωστόσο της ψυχολογίας που αντλεί θεωρητικές θέσεις από τη γλωσσολογία και τη γνωσιακή επιστήμη αναπτύσσεται με εντασιακό τρόπο. Για μια γενική κριτική στη γνωσιογλωσσολογία βλ. Δ. Κατή, Μ. Κονδύλη, Κ. Νικηφορίδου (επιμ.), *Γλώσσα και Νόηση, Επιστημονικές και φιλοσοφικές προσεγγίσεις*, Εισαγωγή σσ. 11-42, Αλεξάνδρεια, Αθήνα 1999.

Από τα τέλη του 1970 η σχέση ανάμεσα στη γνωσιακή ψυχολογία και την Τεχνητή Νοημοσύνη γίνεται ακόμη πιο περίπλοκη με την ανάδυση της *γνωσιακής επιστήμης*. Η γνωσιακή ψυχολογία υιοθετεί τη θεώρηση του νου ως επεξεργαστή πληροφοριών και προτείνει εσωτερικές γνωσιακές κατηγορίες, δομές και μηχανισμούς που μπορούν να πραγματοποιηθούν, άλλοι μέσω προγραμμάτων σε ηλεκτρονικό υπολογιστή και άλλοι μέσω πειραμάτων σε ανθρώπους ή ζώα. Η σύγχρονη γνωσιακή θεωρία, από τη μία πλευρά, ιδιαίτερα όσον αφορά τις γνωσιακές διεργασίες του συλλογισμού ή της γλώσσας, στηρίζεται σε επεξεργασίες δομών, ενώ από την άλλη, όσον αφορά τις αντιληπτικές ή επιτελεστικές διεργασίες, επιστρατεύει υποκείμενους νευρωνικούς μηχανισμούς που επιδέχονται στατιστικούς υπολογισμούς. Πρόκειται για δύο είδη υπολογισμού: ο πρώτος συνιστά υπόδειγμα των νοητικών, ενώ ο δεύτερος, των νευρωνικών διεργασιών.

Παραδειγματικά επιτυχής έρευνα στο τελευταίο πεδίο παραμένει η μελέτη των οπτικών διεργασιών από τον D. Marr.<sup>22</sup> Μια από τις σπουδαιότερες συνεισφορές του είναι η αναγνώριση των τριών επιπέδων στα οποία πρέπει να αναλυθεί το γνωσιακό σύστημα προκειμένου να αναδειχθούν επαρκώς όλα τα σημαντικά επίπεδα του υπολογισμού: πρώτον, η ανάλυση στόχου που οδηγεί στην υπολογιστική θεωρία της λειτουργίας του συστήματος, δεύτερον, ο καθορισμός του αλγορίθμου και των αναπαραστάσεων που χρησιμοποιούνται για να καταστήσουν τους υπολογισμούς εξειδικευμένους από την υπολογιστική θεωρία, και τρίτον, η εξειδίκευση της νευρικής εφαρμογής. Στα ζητήματα της όρασης, όπως έδειξε ο Marr, υπάρχει δυνατότητα ολοκλήρωσης μιας λεπτομερούς πληροφορίας για την υποκείμενη νευροφυσιολογία σε μια ευρύτερη ψυχολογική θεωρία.

Τα συνδεδασικά υποδείγματα, που έχουν προταθεί ως εναλλακτική λύση στα παραδοσιακά συμβολικά συστήματα της Τεχνητής Νοημοσύνης, παίρνουν υπόψη τις στατιστικές κανονικότητες στον κόσμο και ακολουθούν κανόνες, οι οποίοι, όμως, επειδή είναι κυρίως συνειρμικοί, θεωρείται ότι δεν μπορούν να λειτουργήσουν επιτυχώς σε σύνθετα πεδία.<sup>23</sup>

**IV.** Παρά το γεγονός ότι οι γνωσιοεπιστήμονες δεν έχουν ακόμη αποτελέσει τελείως συγκροτημένες διακλαδικές<sup>24</sup> ερευνητικές ομάδες, η γνωσιακή ψυχολογία αντλεί από τους σχετικούς γνωσιακούς κλάδους ιδέες για τη διατύπωση υποδειγμάτων νοητικών μηχανισμών, αναπαραστάσεων και διεργασιών που υπόκεινται των γνωσιακών ικανοτήτων. Ωστόσο τα δάνεια θεωρητικών ιδεών δεν αξιοποιούνται χωρίς προβλήματα. Για παράδειγμα, μολονότι αρχικά η Τεχνητή Νοημοσύνη δανείστηκε την έννοια *σχήμα* (*schema*) από την ψυχολογία, η σημασία της έννοιας αυτής είναι ασαφής για τον προσδιορισμό της οργάνωσης της γνώσης. Σε πολλές έρευνες δεν γίνεται επαρκής διάκριση ανάμεσα στην περιγραφή της δομής των επιμέρους μονάδων πληροφορίας στη μνήμη και στον θεωρητικό προσδιορισμό του πώς οργανώνεται η γνώση. Το έλλειμα θεωρητικής επεξεργασίας ή η κοινοτοπία που χαρακτηρίζει πολλά ευρήματα της γνωσιακής ψυχολογίας έχουν οδηγήσει στην αμφισβήτηση της αξίας των επιτευγμάτων της. Παρά τις έντονες διαφωνίες, όμως, ως προς την ερμηνεία των ερευνητικών δεδομένων, για τους ίδιους τους γνωσιοψυχολόγους σημασία έχει η θεματοποίηση ενός καλού προβλήματος και μια καλή πειραματική έρευνα.<sup>25</sup>

---

<sup>22</sup>. D. Marr, *Vision: A Computational Investigation into the Human Representation and Processing of Visual Information*, Freedman, San Francisco 1982.

<sup>23</sup>. Για παράδειγμα, στη σύνταξη των φυσικών γλωσσών όπου χρειάζεται η περιγραφική ισχύς μιας δομικής γραμματικής των φράσεων, επιτυγχάνονται διακανονισμοί ανάμεσα στην ορθογραφία και τους ήχους των λέξεων, εφόσον πρόκειται απλώς για σύνολα στατιστικών κανονικοτήτων, ενώ δεν συμβαίνει το ίδιο με την ανάλυση προτάσεων όπου οι προτασιακές δομές περιγράφονται από κανόνες και όχι στατιστικές κανονικότητες.

<sup>24</sup>. Για μια εννοιολογική αποσαφήνιση των όρων *disciplinary*, *multidisciplinary*, *interdisciplinary* και *transdisciplinary*, βλ. Δ. Ρόκος, «Η Διεπιστημονικότητα στην Ολοκληρωμένη Προσέγγιση και Ανάλυση της Ενότητας της Φυσικής και της Κοινωνικοοικονομικής Πραγματικότητας», στο Π. Νούτσος (επιμ.), *Φιλοσοφία, Επιστήμες και Πολιτική*, Τυπωθήτω, Αθήνα 1998, σς.403-437, ιδιαίτερα σς.408-412.

<sup>25</sup>. Βλ. Alan Garnham, "Cognitive Psychology", στο Samuel Guttenplan (ed.), *A Companion to the Philosophy of Mind*, Blackwell, Oxford 1994, σ. 173 κ.ε. Από την πληθώρα των ερευνών θα μπορούσαμε να ξεχωρίσουμε δύο χαρακτηριστικές. Η πρώτη, που αποδίδεται στους Shepard και Metzler, εξετάζει τις συνέπειες που έχει για μια θεωρία των αναπαραστατικών διεργασιών του νου η αναγνώριση

Αν και τα αποτελέσματα της έρευνας των γνωσιοψυχολόγων φαίνονται εύλογα, ο επιδιωκόμενος ερευνητικός στόχος δεν κατανοείται επαρκώς από στους ερευνητές των διαφορετικών κλάδων και το γεγονός αυτό εμποδίζει την προσδοκόμενη διεπιστημονική συνεργασία. Θεωρώντας δεδομένη τη διαφορά στο γνωστικό υπόβαθρο, θα μπορούσε κανείς να αποδώσει την έλλειψη απόλυτης κατανόησης στο γεγονός ότι υπάρχουν διαφορετικά θεωρητικά ενδιαφέροντα.<sup>26</sup>

Ακόμη οι διαφορετικοί τρόποι εννόησης του υπολογισμού, και των προτεινόμενων υπολογιστικών αφαιρέσεων που απορρέουν από αυτούς, έχουν ανάλογες συνέπειες για μια θεωρία για τον ανθρώπινο νου. Στην κλασική υπολογιστική θεωρία του νου οι νοητικές αναπαραστάσεις, με φιλοσοφικούς όρους, τα στοιχεία της γλώσσας της σκέψης (*language of thought*)<sup>27</sup> —συμβολικά συστατικά των πεποιθήσεων, των επιθυμιών κτλ— έχουν αιτιακούς ρόλους στη λειτουργία του νου, κατά τρόπον ώστε, αν οι κανόνες είναι ορθοί (valid) κανόνες συναγωγής η λειτουργία τους πάνω στις συμβολικές δομές των πεποιθήσεων να διατηρούν την τιμή αλήθειάς τους. Ωστόσο η φυσική πραγμάτωση του συμβολικού υπολογισμού δεν μπορεί να αποτελέσει δεσμευτική υπόθεση για μια θεωρία για τον νου. Δεν υπάρχουν τεκμήρια για το ότι ο ανθρώπινος εγκέφαλος διαθέτει ξεχωριστούς τόπους για κάθε σύμβολο και κανόνα, όπως διαθέτει ο ηλεκτρονικός υπολογιστής. Επομένως, η φυσική πραγματοποίηση αυτού του υποδείγματος στο νευρωνικό επίπεδο παραμένει ένα προβληματικό εγχείρημα.

Ανάλογη ένσταση μπορεί να διατυπωθεί εναντίον της υπόθεσης της τοπικής συνδεδαστικής θεωρίας για τον νου, σύμφωνα με την οποία τα σύμβολα και οι κανόνες είναι, λίγο έως πολύ, εντοπισμένα σε επί μέρους νευρώνες και συνάψεις. Τα τοπικά συνδεδασικά υποδείγματα<sup>28</sup> είναι συνδεδασικά δίκτυα στα οποία κάθε μονάδα αντιστοιχεί σ' ένα σύμβολο ή μια συμβολική δομή. Τυπικά οι συνδέσεις και οι υπολογισμοί που επιτελούνται σε κάθε συνδεδασική μονάδα είναι δομημένοι για να πληρούν εξειδικευμένους συμβολικούς κανόνες. Οι αφαιρέσεις που παρέχονται από το υπολογιστικό πλαίσιο αυτού του είδους είναι επιμέρους ενεργοποιήσεις των μονάδων και επιμέρους συνδέσεις. Λειτουργούν με τρόπο ανάλογο με αυτόν του συμβολικού υπολογισμού, αλλά με σημαντικούς περιορισμούς: χρησιμοποιούν μονάδες που είναι διακριτές καταστάσεις μηχανής με διακριτά μηνύματα που διαπερνούν τις συνδέσεις. Αποτέλεσμα αυτού είναι ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν αριθμητικές διεργασίες και να γίνουν ορισμένα είδη στατιστικών συναγωγών.

Οι κύριες φιλοσοφικές ενστάσεις που διατυπώθηκαν εναντίον της Τεχνητής Νοημοσύνης, όσον αφορά τον "σκεπτόμενο υπολογιστή", είναι: πρώτον, ότι οι υπολογιστές δεν μπορούν να σκέφτονται, επειδή η σκέψη απαιτεί ικανότητες που οι υπολογιστές από τη φύση τους δεν μπορούν να έχουν. Οι υπολογιστές πρέπει να υπακούουν σε κανόνες (αλγοριθμικούς ή ευρετικούς) αλλά η σκέψη δεν μπορεί να συλληφθεί από ένα σύστημα κανόνων, όσο σύνθετοι

---

της διάκρισης ανάμεσα στα ίδια ή τα αντεστραμμένα είδωλα τρισδιάστατων αντικειμένων, τα οποία περιστρέφονται υπό διαφορετική κάθε φορά γωνία στο επίπεδο εμφάνισής τους. Το εύρημα της ευθείας αναλογίας του χρόνου της "νοητικής περιστροφής" και της ζητούμενης κρίσης αναγνώρισης, ωστόσο, δεν συνοδεύεται από μια σαφή σημασία της έκφρασης "νοητική περιστροφή". Βλ. R.N. Shepard και J. Metzler, "Mental Rotation of three-dimensional objects", *Science*, 171 (1971), 701-703. Μια δεύτερη χαρακτηριστική έρευνα είναι αυτή των Treisman και Gelade, που ζητά την αναγνώριση χαρακτηριστικών σε διακριτά δυσδιάστατα αντικείμενα των οποίων τα τμήματα να υπερβαίνουν τον αριθμό 30. Τα αποτελέσματα της έρευνας δείχνουν ότι, όταν πρόκειται για διάκριση ενός μόνο χαρακτηριστικού, η νοητική διεργασία επιτελείται στο σύνολο των αντικειμένων με μιας, ανεξάρτητα από το πλήθος τους και στον ίδιο χρόνο σε κάθε πείραμα. Ενώ όταν η διάκριση αφορά σε σύνθετα χαρακτηριστικά τότε η εξέταση πραγματοποιείται ξεχωριστά για το κάθε αντικείμενο, επομένως σε χρόνο ανάλογο με το πλήθος των υπό σύγκριση αντικειμένων. Βλ. A. Treisman και G. Gelade, "A feature-integration theory of attention" *Cognitive Psychology*, 12 (1980), 97-136.

<sup>26</sup>. Για παράδειγμα, κατά την ερμηνεία των αντωνυμιών στο πλαίσιο προτάσεων και προκειμένου να προσδιορισθούν οι μηχανισμοί με τους οποίους αποδίδουμε νόημα, το ενδιαφέρον των φιλοσόφων εστιάζεται σε προτάσεις, ακόμη και μη ευλογοφανείς, όπου όμως μπορεί να ερευνηθεί με συστηματικό τρόπο η απόδοση νοήματος. Οι ψυχολόγοι, από την άλλη πλευρά, ενδιαφέρονται για προτάσεις που είναι ευλογοφανείς ψυχολογικά και μπορούν να δείξουν τη νοηματική συμβατότητά τους με την πρότερη γνωσιακή εμπειρία αυτών που ερωτώνται.

<sup>27</sup>. Βλ. J. A. Fodor, *The Language of Thought*, Crowell 1975.

<sup>28</sup>. Αυτό το είδος των δικτύων προτάθηκε από τους McCulloch και Pitts (1943). Πρβλ. M. A. Boden, *The Philosophy of Artificial Intelligence*, Oxford Un. Pr., 1900.

και αν είναι αυτοί. Η σκέψη απαιτεί δραστήρια ενασχόληση με τη ζωή, καλλιέργεια παιδείας και πρακτική γνώση, *γνώση του πώς να κάνουμε κάτι*, η οποία δεν μπορεί να τυποποιηθεί σε κανόνες.<sup>29</sup> Πρόκειται για τη διάκριση γνωρίζω ότι κάτι έτσι είναι (γνώση γεγονότων) και γνωρίζω πώς να κάνω κάτι (έχω δεξιότητες και ικανότητες). Η δεύτερη δεν ανάγεται τελείως σε γνώση κανόνων και αρχών. Δεύτερον, επειδή οι υπολογιστές χειρίζονται τα τυπικά χαρακτηριστικά των συμβόλων, δεν κατανοούν τα νοήματα αυτών των συμβόλων.<sup>30</sup>

Η ιδέα του υπολογισμού ωστόσο δεν μπορεί αποκλεισθεί σε ό,τι αφορά τον ανθρώπινο νου. Η σκέψη δεν μπορεί να είναι, *απλώς*, υπολογισμός, αλλά ο τρόπος που σκεπτόμαστε μπορεί να είναι *εν μέρει* υπολογιστικός. Το γεγονός ότι οι άνθρωποι δεν μοιάζουν με τους αρχετυπικούς υπολογιστές δεν σημαίνει ότι είναι αδύνατο να εκπονηθούν υποδείγματα των γνωσιακών διεργασιών με τη βοήθεια υπολογιστή. Βέβαια είδος της συστηματικής, λογικής, ορθολογικής αντίληψης, που η πρώιμη γνωσιοεπιστημονική έρευνα υπέθεσε ότι χαρακτηρίζει την ανθρώπινη γνώση, φαίνεται να μην καλύπτει όλο το εύρος της ανθρώπινης σκέψης και συμπεριφοράς. Το ερώτημα που ανακύπτει είναι αν θα έπρεπε να αναζητηθούν πιο ρεαλιστικά υποδείγματα για την ανθρώπινη νόηση.

Στα συνδεδασικά υποδείγματα της *παράλληλα κατανεμημένης επεξεργασίας* οι υπολογιστικές αφαιρέσεις είναι σχήματα οργάνωσης (patterns) αριθμητικής ενεργοποίησης σε ομάδες μονάδων και συντελεστές στάθμισης (weights) σε ομάδες συνδέσεων, που αντικαθιστούν τα σύμβολα και τους κανόνες. Μια συγκεκριμένη μονάδα ή σύνδεση παίρνει μέρος σε πολλά σχήματα οργάνωσης τα οποία μπορεί να είναι ταυτοχρόνως παρόντα. Ενώ τα τοπικά συνδεδασικά υποδείγματα τυπικά στηρίζονται σε συμβολικούς κανόνες και αναπαραστάσεις που ολοκληρώνονται σε επί μέρους μονάδες και συνδέσεις, τα παράλληλα κατανεμημένης επεξεργασίας συνδεδασικά υποδείγματα τείνουν να εξαλείφουν τα συμβολικά στοιχεία και, αντί να πληρούν προσδιορισμένους κανόνες μέσω σχεδιασμένων συνδέσεων και μονάδων, θέτουν την αναγκαία γνώση στη σύνδεση συντελεστών στάθμισης, χρησιμοποιώντας παράλληλα κατανεμημένη επεξεργασία μάθησης πάνω σε παραδείγματα της επιθυμητής επιτέλεσης. Οι συντελεστές στάθμισης που προκύπτουν συνιστούν ένα ορισμένο είδος σύνθετης στατιστικής ανάλυσης των υπό επεξεργασία δεδομένων. Αλλά παρά τα προβλήματα που παραμένουν προς επίλυση όσον αφορά τη δυνατότητα της νευρωνικής πραγμάτωσης των εν λόγω υποδειγμάτων, η μορφή του υπολογισμού που προτείνουν επιτυγχάνει μείωση της απόστασης που υπάρχει ανάμεσα στα υπολογιστικά γνωσιακά υποδείγματα και τη νευροεπιστήμη.<sup>31</sup>

Η μη συμβολικές υπολογιστικές αφαιρέσεις του συνδεδασικού υποδείγματος της παράλληλα κατανεμημένης επεξεργασίας ορίζουν τα υπό ερμηνεία εισερχόμενα και εξερχόμενα των γνωσιακών λειτουργιών πάνω σε κατανεμημένα σχήματα οργάνωσης της ενεργοποίησης με αποτέλεσμα να μην υπάρχουν σημασιολογικοί καθορισμοί στις επί μέρους μονάδες. Στη νευρωνική πραγματοποίηση του δικτύου κάθε μονάδα ταυτίζεται μ' έναν νευρώνα και κάθε σύνδεση με μία σύναψη, ενώ κάθε συνδεδασική μονάδα αντιστοιχεί σε μια ομάδα νευρώνων. Επομένως, οι αλγόριθμοι ορίζονται πάνω σε επί μέρους ενεργοποιήσεις και συνδέσεις, δηλαδή σ' ένα κατώτερο επίπεδο περιγραφής από το επίπεδο του σχήματος οργάνωσης όπου υπάρχει η σημασιολογική ερμηνεία. Το γεγονός ότι προγράμματα αυτού του είδους βρίσκονται σε εξέλιξη δεν μας επιτρέπει να χαρακτηρίσουμε από τώρα την αποτελεσματικότητα αυτού του υποδείγματος ως επαρκούς εξήγησης της γνωσιακής συμπεριφοράς.

---

<sup>29</sup>. Βλ. Dreyfus, *What Computers Still Can't Do*, Cambridge, Mass. MIT Pr., 1992., σ. 345. Επίσης από το θεώρημα του Godel: η σκέψη μπορεί να εμπλέκει αναγνώριση αληθειών που δεν είναι αποδείξιμες, άρα δεν είναι υπολογίσιμες. Βλ. J.R. Lucas, *The Freedom of the Will*, Oxford Un. Pr., Oxford 1970, R. Penrose, *The Emperor's New Mind*, 1989.

<sup>30</sup>. Βλ. J. Searle, "Minds, Brains, and Programs", *Behavioral and Brain Sciences* 3 (1980), 417-424.

<sup>31</sup>. Βλ. G.E. Hinton, J.A. Anderson, *Parallel Models of Associative Memory*, NJ. Erlbaum, Hillsdale 1981, και J.L. McClelland, D.E. Rumelhart, "An Interactive activation model of context effects in letter perception, An Account of basic findings", *Psychological Review*, 88 (1981), 375-407, και J.L. McClelland, D.E. Rumelhart, PDP Research Group, *Parallel Distributed Processing: Explorations in the Microstructure of Cognition, Vol. 2: Psychological and Biological Models*, MA. MIT Pr., Cambridge 1986.



Οι αδυναμίες αλλά και τα πλεονεκτήματα των παραπάνω υποδειγμάτων έχουν οδηγήσει ορισμένους γνωσιοεπιστήμονες<sup>32</sup> στην ανάπτυξη ενός εναλλακτικού υποδείγματος το οποίο συνθέτει τις δύο συνιστώσες: τη *συμβολική* και τη *συνδεδεσιακή*. Αυτό επιτυγχάνεται δομώντας παράλληλα κατανεμημένης επεξεργασίας δίκτυα, έτσι ώστε οι υπολογιστικές αφαιρέσεις, που παρέχουν ενεργοποιήσεις και συνδεδεσιακά σχήματα οργάνωσης, να είναι επίσης περιγράψιμες και ως υπολογιστικές αφαιρέσεις συμβολικού υπολογισμού.

Στα ολοκληρωμένα συνδεδεσιακά συμβολικά υποδείγματα τα σύμβολα και οι κανόνες πραγματοποιούνται ως κατανεμημένα σχήματα οργάνωσης της ενεργοποίησης και συνδέσεις. Κατά τον P. Smolensky,<sup>33</sup> η διαφορά από το κλασικό συμβολικό υπόδειγμα είναι ότι εκεί η εξήγηση προέρχεται από τους αιτιακούς ρόλους συμβόλων και κανόνων, όπως συλλαμβάνονται στους αλγορίθμους. Στα ολοκληρωμένα συνδεδεσιακά συμβολικά υποδείγματα οι συμβολικές συναρτήσεις δεν υπολογίζονται επί τη βάση αλγοριθμικών ή αιτιακών δομών και των χωροχρονικών αλληλεπιδράσεων που εκδηλώνονται στους αλγορίθμους. Εδώ, οι αλγοριθμικές διεργασίες εκτελούνται σ' ένα χαμηλότερο επίπεδο ενεργοποιήσεων και συνδέσεων, όπου τα σύμβολα και οι κανόνες διατηρούν τον αιτιακό τους ρόλο. Η εξήγηση όμως του υπολογισμού αποδίδεται στα ολικά χαρακτηριστικά των προτύπων ενεργοποίησης και σύνδεσης της σύνολης δομής του δικτύου, όπου τα σύμβολα και οι κανόνες δεν έχουν αιτιακό ρόλο.

Ανάλογες διχογνωμίες έχουν εκφραστεί για τις φιλοσοφικές θεωρίες του νου. Ο J. Fodor με τη θέση του για τη *σπονδυλωτή διάνοια*<sup>34</sup> έχει προκαλέσει το ενδιαφέρον των ψυχολογολόγων για ζητήματα σχετικά με την αλληλεπίδραση διαφορετικών τύπων γνώσης στη γλωσσική κατανόηση, αλλά η υπόθεσή του για τον έμφυτο χαρακτήρα της γλώσσας<sup>35</sup> έχει δεχθεί οξεία κριτική, όπως και η θέση του για τον περιορισμό της γνωσιακής ψυχολογίας μόνο στις προτασικές στάσεις (propositional attitudes). Από την άλλη πλευρά, η δουλειά του D. Dennett<sup>36</sup> πάνω στο πρόβλημα της συνείδησης, παρά τον αμφιλεγόμενο χαρακτήρα του θέματος, έχει κερδίσει την υπόληψη των ψυχολόγων, εξαιτίας της λεπτομερούς συζήτησης ευρημάτων της ψυχολογικής έρευνας.

Ποικίλες αντιδράσεις στους φιλοσόφους έχει προκαλέσει και η συνδεδεσιακή κρατία. Ιδιαίτερα αυτοί που διαφωνούν με την παραδοσιακή Τεχνητή Νοημοσύνη έχουν δεξιωθεί τη νέα προσέγγιση κατανόησης του εγκεφάλου και της συμπεριφοράς, όμως είναι ακόμη νωρίς για να εικάσει κανείς εάν η νευροφιλοσοφία θα γίνει ευρέως αποδεκτή. Η ενδεχόμενη ολίσθηση σε μια μορφή αναγωγισμού των νοητικών φαινομένων σε καταστάσεις του εγκεφάλου θεωρείται από πολλούς ασυνεπής. Η αρχιτεκτονική της γνώσης πρέπει να μπορεί να περιγραφεί σ' ένα ανώτερο επίπεδο από αυτό των εγκεφαλικών λειτουργιών.

Οι γνωσιοεπιστήμονες, χαρακτηρίζοντας ανεπαρκείς τους παραδοσιακούς τρόπους πραγμάτευσης της ανθρώπινης νόησης, έθεσαν ως αίτημα την ύπαρξη ενός χωριστού επιπέδου ανάλυσης της νόησης, την *αναπαράσταση*. Αν και αναγνωρίζουν τη χρησιμότητα των νευρικών κυττάρων για τα οποία μιλούν οι νευροεπιστήμονες, τις πολιτιστικές επιρροές στις οποίες αναφέρονται οι ιστορικοί ή οι ανθρωπολόγοι και τα βιωματικά περιεχόμενα με τα οποία σκέπτεται ο κοινός νους, οι γνωσιοεπιστήμονες εμπεδώνουν την ιδιαιτερότητα του κλάδου της γνωσιακής επιστήμης στην αναπαραστατική θεώρηση της γνωσιακής δραστηριότητας του ανθρώπου. Αυτή πρέπει να περιγράφεται με όρους συμβόλων, σχημάτων, εικόνων, ιδεών και άλλων μορφών αναπαράστασης. Οι αναπαραστατικές οντότητες συνιστούν το υλικό που διαμεσολαβεί τη σχέση εισροών και εκροών. Από την άλλη όμως πλευρά, οι επικριτές του γνωσιοκρατικού εγχειρήματος επισημαίνουν τον αποκλεισμό που επιφυλάσσει η γνωσιακή επιστήμη σε παράγοντες, όπως το συναίσθημα, η ιστορία ή το ευρύτερο πολιτιστικό πλαίσιο που περιβάλλει την ανθρώπινη σκέψη και δράση.<sup>37</sup> Πράγματι, οι γνωσιοεπιστήμονες που

<sup>32</sup>. P. Smolensky, G. Legendre, Y. Miyata, Principles for an Integrated Connectionist/Symbolic Theory of Higher Cognition, MA. MIT Pr., Cambridge 1994.

<sup>33</sup>. Βλ. P. Smolensky, "Computational Models of Mind", στο S. Guttenplan (ed.), A Companion to the Philosophy of Mind, Blackwell, Oxford 1994, σ.184.

<sup>34</sup>. J.A. Fodor, *The Modularity of Mind*, MIT Press, Cambridge, MA 1983.

<sup>35</sup>. J.A. Fodor, *The Language of Thought*, Crowell 1975.

<sup>36</sup>. D. Dennett, *Consciousness Explained*, Little Brown, N.Y. 1991.

<sup>37</sup>. H. Gardner, "Cognitive Science Characterized", στο P.K. Moser, A. v. Nat, *Human Knowledge*, Oxford Un. Pr., N.Y. 1987, σσ. 375-393.

ανήκουν σε αυτό το ρεύμα αν και δεν αποκλείουν κατ' ανάγκην τους παράγοντες αυτούς, προσπαθούν να τους απομονώσουν κατά το δυνατόν. Ανεξάρτητα από τις προσδοκίες για το εφικτό ή το ανέφικτο της επιστημονικής εξήγησης του ανθρώπινου βιώματος, προκειμένου να ορίσουν και να πραγματευτούν τα προβλήματα ώστε να είναι εφικτή η επαρκής θεωρητική κάλυψή τους χωρίς ασάφειες, αποφεύγουν να εμπλέξουν εξατομικευμένα και φαινομενολογικά στοιχεία.

Κλασικά φιλοσοφικά προβλήματα που έχουν διατυπώσει αρχαίοι Έλληνες φιλόσοφοι και φιλόσοφοι του Διαφωτισμού θεωρούνται από ορισμένους συστατικά της γνωσιακής επιστήμης, σε τέτοιο βαθμό που δυσκολεύονται να συλλάβουν τη γνωσιακή επιστήμη ανεξάρτητα από αυτά. Η άποψη όμως ότι η φιλοσοφική προβληματική πρέπει να αποτελεί τη λογική αφετηρία για τις γνωσιοεπιστημονικές διερευνήσεις έχει αμφισβητηθεί. Μια ακραία διατύπωση του ερωτήματος θα ήταν η εξής: είναι αναγκαία προϋπόθεση η φιλοσοφική θεμελίωση του γνωσιοεπιστημονικού εγχειρήματος; Ακριβώς επειδή με αυτό το ερώτημα η θέση της φιλοσοφίας στα πλαίσια των γνωσιακών επιστημών καθίσταται αμφιλεγόμενο ζήτημα, η διερεύνηση της ιστορίας της φιλοσοφίας δείχνει να είναι χρήσιμη, αν και είναι αναμενόμενο ότι οι επιστήμονες δεν θα συμφωνήσουν εάν ο τρόπος διατύπωσής τους έχει συμβάλει στην πρόοδο.

Για πολλούς η ενιαία γνωσιακή επιστήμη είναι η απώτερη προοπτική. Ερευνητές σε κάθε κλάδο πιστεύουν στη γονιμότητα της αλληλεπίδρασης με ομολόγους τους σε άλλους κλάδους, ελπίζοντας ότι με τη συνεργασία θα φθάσουν σε ενοράσεις βαθύτερες από εκείνες που συλλαμβάνονται μεμονωμένα. Η αντίθετη άποψη έχει υποστηρίξει ότι η συνεργασία δεν πρέπει να στοχεύει στην πλήρη συγχώνευση. Η θέσπιση μιας ενιαίας γνωσιακής επιστήμης είναι ανεδαφικός στόχος. Παρ' ότι είναι νόμιμο να υπάρχουν πολλές επιμέρους γνωσιακές επιστήμες, η πρόοδος, πιστεύουν, δεν είναι δυνατή όταν αναμιγνύονται πολλοί κλάδοι που είναι αμφίβολο ότι μπορούν να συμβάλουν πριν οι ίδιοι εξασφαλίσουν μια ώριμη, συνεκτική επιστημονική θεωρία.

Η πρόκληση που αντιμετωπίζει η γνωσιακή επιστήμη είναι αν μπορεί να εμπεδώσει την αυτονομία της και να καταδείξει σε ποιές περιοχές είναι έγκυρες η υπολογιστική και αναπαραστασιακή προσέγγιση. Εκτός από τη γνωσιακή ψυχολογία, την Τεχνητή Νοημοσύνη, τη φιλοσοφία και τη γλωσσολογία, υπάρχουν κλάδοι που βρίσκονται στα όρια των γνωσιοεπιστημονικών ερευνών, όπως η νευροεπιστήμη, στους οποίους δεν ανακύπτουν προβλήματα του υπολογιστικού υποδείγματος. Από την άλλη πλευρά, στην ανθρωπολογία δεν υιοθετούνται γνωσιοεπιστημονικές μέθοδοι προσέγγισης και τη θέση τους καταλαμβάνουν προοπτικές ιστορικού, πολιτισμικού ή φιλολογικού χαρακτήρα. Αν ο στόχος είναι να καλυφθούν θεωρητικά τα βασικά χαρακτηριστικά των γνωσιακών διεργασιών, τότε θα πρέπει να κατασκευασθούν γέφυρες που να συνδέουν τον κάθε κλάδο με γειτονικές ερευνητικές περιοχές, τοποθετώντας τη νευροεπιστήμη ως βάση και τις πολιτισμικές μελέτες στα ανώτερα επίπεδα. Χωρίς να αμφισβητείται η αυτονομία της βιολογίας, της φυσικής, της χημείας, χρειάζεται ένας ενιαίος θεωρητικός ιστός από τις συνιστώσες της γνώσης σε ατομικό, μοριακό και οργανισμικό επίπεδο.

## Βιβλιογραφία

- Βοσνιάδου, Σ. *Κείμενα Εξελικτικής Ψυχολογίας*, β' τόμος, Gutenberg, Αθήνα 1994.
- Βοσνιάδου, Σ. *Γνωσιακή Ψυχολογία*, Gutenberg, Αθήνα 1998.
- Campel, J. *Άνθρωπος και Πληροφορικά Συστήματα* (1982), Χατζηνικολής, Αθήνα 1985.
- Churchland, P. M. *Η Μηχανή της Λογικής, η Θέση της Ψυχής* (1996), Γκοβόστης, Αθήνα 1999.
- Edelman, G. M., *Αιθέρας Θεϊκός, Λαμπερή Φωτιά, Η μεγάλη επιστημονική-φιλοσοφική σύνθεση του νευρωνικού δαρβινισμού* (1992), Κάτοπτρο, Αθήνα 1996.
- J-G. Ganascia, *Οι Γνωσιακές Επιστήμες* (1996), Τραυλός - Κωσταράκη, Αθήνα 1998.
- M. S. Gazzaniga, *Ο Νους της Φύσης* (1992), Λέξημα, Αθήνα 1996.
- C. Glymour, "Γνωσιολογία των Ανδροειδών: Υπολογισμός, Τεχνητή Νοημοσύνη και Φιλοσοφία της Επιστήμης", στο M. H. Salmon, κ.α., *Εισαγωγή στη Φιλοσοφία της Επιστήμης* (1992), Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο 1995, σσ. 509-564.

- A. I. Goldman, *Γνωσιοεπιστήμη, Φιλοσοφικές Εφαρμογές* (1993), Οδυσσεάς, Αθήνα 1998.
- J. Haugeland, *Τεχνητή Νοημοσύνη* (1989), Κάτοπτρο, Αθήνα 1992.
- D. R. Hofstadter, D. C. Dennett (επιμ.), *Το Εγώ της Νόησης* (1981), Κάτοπτρο, Αθήνα 1993.
- E. R. Kandel, J. H. Schwartz, T. M. Jessell, *Νευροεπιστήμη και Συμπεριφορά* (1995), Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο 1999.
- Φ. Καπίλογλου, "Δημιώδης...θεωρία ή έμφυτη γνωσιακή δομή;", *Διαβάζω*, 408 (2000), 107-112.
- A. Karmiloff - Smith, *Πέρα από τη Σπονδυλωτή Διάνοια* (1992), Οδυσσεάς, Αθήνα 1998.
- Δ. Κατή, Μ. Κονδύλη, Κ. Νικηφορίδου (επιμ.), *Γλώσσα και Νόηση*, Αλεξάνδρεια, Αθήνα 1999.
- Ε. Καφετζόπουλος, "Το πρόβλημα των ποιοτήτων και η λειτουργία του εγκεφάλου, Μια εναλλακτική θεώρηση της σχέσης φυσικού - νοητικού", *Διαβάζω*, 408 (2000), 96-101.
- Η. Κούβελας κ.α. (επιμ.), *Μία Πολυεπιστημονική θεώρηση της Γλώσσας*, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης - Πανεπιστημίου Πατρών, Ηράκλειο 1995.
- Β. Κρουστάλης, *Λόγος περί Όρασης*, Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Ιωάννινα 2000.
- Ρ. Livy, *Δυνητική Πραγματικότητα, Η Φιλοσοφία του Πολιτισμού και του Κυβερνοχώρου* (1995), Κριτική, Αθήνα 1999.
- Ρ. Machamer, "Φιλοσοφία της ψυχολογίας", στο Μ. H.Salmon, κ.α., *Εισαγωγή στη Φιλοσοφία της Επιστήμης* (1992), Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο 1995, σσ. 483-508.
- Γ. Μαραγκός, "Τι θα μπορούσε να μάθει η εμβριθής αυτοεγκεφαλοσκόπος;", *Δωδώνη*, 23 (1994), 99-120.
- Γ. Μαραγκός, "Η συνείδηση, φυσικά", *Δευκαλίων*, 14/1 (1995), 43-53.
- Γ. Μαραγκός, *Γνωσιολογισμοί, στο μεταίχμιο της Φιλοσοφίας της Επιστήμης και της Γνωσιοεπιστήμης*, Οδυσσεάς, Αθήνα 1996.
- Γ. Μαραγκουδάκης, *Αναζητώντας τον Σκεπτόμενο Νου, Διεπιστημονική Ψυχολογική Προσέγγιση*, Ελληνικά Γράμματα, Αθήνα 1998.
- Η. Maturana, F. Varela, *Το Δένδρο της Γνώσης, Οι βιολογικές ρίζες της ανθρώπινης νόησης* (1984), Κάτοπτρο, Αθήνα 1992.
- Ν. Νανόπουλος, "Οι γνωσιακές επιστήμες και η έννοια της πράξης", *Διαβάζω*, 408 (2000), 113-120.
- Δ. Νικολινάκος, "Η Εξάλειψη του Εξαλειπτικού Υλισμού", *Νεύσις*, 8 (1999), 143-156.
- Μ. Ντάβου, *Οι Διεργασίες της Σκέψης στην Εποχή της Πληροφορίας, Θέματα Γνωστικής Ψυχολογίας και Επικοινωνίας*, Παπαζήσης, Αθήνα 2000.
- Κ. Παγωνδιώτης, "Το Φαινόμενο Συνείδηση", *Δευκαλίων*, 14/1 (1995), 55-65.
- Κ. Παγωνδιώτης, *Το Πρόβλημα των Νοητικών Αναπαραστάσεων στη Γνωσιακή Επιστήμη: προς μια μη-αναπαραστατική περιγραφή των νοητικών φαινομένων*, Διδακτορική Διατριβή, Ε. Μ. Π., Αθήνα 2001.
- Γ. Παπαδόπουλος, κ.α., *Ο Εγκέφαλος στο Χρόνο, Ανάπτυξη και πλαστικότητα του Νευρικού Συστήματος*, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο 1998.
- Ρ. Penrose, *Σκιές του Νου* (1994), Γκοβόστης, Αθήνα 1997.
- Ρ. Penrose, *Ο Νέος Αυτοκράτορας* (1989), Γκοβόστης, Αθήνα 1992.
- Γ. Searle, *Νους, Εγκέφαλος και Επιστήμη* (1984), Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο 1994.
- Γ. Searle, *Ανακαλύπτοντας ξανά το Νου* (1992), Γκοβόστης, Αθήνα 1997.
- Π. Τσάκαλης, *Σχέσεις μεταξύ θεωριών, το πρόβλημα της αναγωγής*, Μεταπτυχιακή Διπλωματική, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Ιωάννινα 2001.
- Γ. Φουρτούνης, "«Αυτοποίηση» και οντολογία του όντος", *Νεύσις*, 3 (1995), 3-31.

