Ανασκόπηση
Review

Νοητικές αναπαραστάσεις και εγκέφαλος

Μ. Λειβαδίτης

Ψυχιατρική Κλινική, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Ιατρική Σχολή, Αλεξανδρούπολη

Ψυχιατρική 2010, 21:31–40

Σκοπός αυτής της εργασίας είναι η παρουσίαση και συζήτηση μιας νατουραλιστικής εκδοχής της αναπαραστασιακής - υπολογιστικής θεωρίας για το νου (α-υ.θ.ν.). Σε αυτό το κείμενο ο όρος «νους» παραπέμπει σε κάθε πολύπλοκο σύστημα του οποίου οι εκροές (συμπεριφορές) χαρακτηρίζονται από λογικότητα και προθετικότητα. Σύμφωνα με την α-υ.θ.ν. ο ανθρώπινος εγκέφαλος είναι ένας νους ο οποίος διαρκώς συνθέτει αναπαραστάσεις αντικειμένων υπό τη μορφή είτε εικόνων (π.χ. οπτικών, απτικών) είτε προτάσεων. Οι εγκεφαλικές αναπαραστάσεις καθεαυτές είναι ευρέως διεσπαρμένα νευρωνικά, λειτουργικά δίκτυα. Κάθε δίκτυο, ως ένα όλον, βρίσκεται είτε σε κατάσταση εγρήγορσης είτε σε κάποιο βαθμό ετοιμότητας για εγρήγορση. Οι εγκεφαλικές αναπαραστάσεις συντίθενται από απλούστερες με την επαναληπτική μεσολάβηση ενός πεπερασμένου αριθμού νευρωνικών προγραμμάτων, είτε εγγενών είτε δημιουργημένων με μηχανισμούς μάθησης. Όσον αφορά στη δόμηση αναπαραστάσεων τύπου προτάσεων πιθανώς σε αυτή συμβάλλουν προγράμματα τα οποία κατατάσσουν τα γλωσσικά αντικείμενα (λέξεις, συνδυασμούς λέξεων) σε λεξιλογικές ή συνταξιολογικές κατηγορίες και περαιτέρω συνδυάζουν τις κατηγορίες αυτές σύμφωνα με πρότυπα γραμματικής σύνταξης προτάσεων. Στο παρόν κείμενο συζητούνται ορισμένες ενδείξεις (κλινικές, νευροεπιστημονικές, γλωσσολογικές, από τον τομέα της τεχνητής νοημοσύνης) υπέρ της α-υ.θ.ν. Επίσης, συζητούνται κάποιες αδύναμες πλευρές αυτής της θεωρίας καθώς και εναλλακτικές απόψεις σχετικά με την αναπαραστασιακή λειτουργία του εγκεφάλου.

Λέξεις ευρετηρίου: νους, εγκέφαλος, λογικότητα, προθετικότητα, αναπαραστάσεις

Εισαγωγή

Το φαινόμενο της νόησης απασχολεί επί πολλούς αιώνες φιλοσόφους και επιστήμονες. Αρκετοί σύγχρονοι γνωστικοί κλάδοι, όπως η Φιλοσοφία της Νόησης (Philosophy of Mind), οι Νευροεπιστήμες, η Τεχνητή Νοημοσύνη καταπιάνονται με αυτό. Στο παρόν κείμενο ως νόηση ορίζεται κάθε πολύπλοκη διαδικασία που επιτελείται στο πλαίσιο ενός συστήματος και τείνει στην παραγωγή εκροών από το σύστημα οι οποίες χαρακτηρίζονται από λογικότητα (reasonability), σκοπιμότητα, προσαρμοστικότητα.

Κατά τις τελευταίες δεκαετίες στη Φιλοσοφία κερδίζει έδαφος η τάση υπέρ μιας φυσιοκρατικής (naturalistic) μεθοδολογίας, με ρίζες στη σκέψη του Αριστοτέλη.[1] Στο πλαίσιο αυτής της τάσης επιχειρείται η αναγωγή των νοητικών φαινομένων σε φυσικές διαδικασίες. Ο όρος «αναγωγή» (reduction) ερμηνεύεται ποικιλοτρόπως. Σύμφωνα με μια σχετικά αυστηρή εκδοχή του, μόνο τα φαινόμενα βάσης (εν προκειμένω τα φυσικά φαινόμενα) είναι οντολογικώς θεμελιώδη, η δε νόηση εξαρτάται και εξηγείται πλήρως από αυτά (π.χ. τα νοητικά φαινόμενα μπορεί να συνιστούν λειτουργίες που διεκπεραιώνονται από φυσικά συμβάντα εντός του εγκεφάλου).

Δύο κυρίως γνωρίσματα της νόησης ανθίστανται στα φυσιοκρατικά, αναγωγικά προγράμματα: (1) Οι εμπειρικές ποιότητες (qualia) ορισμένων νοητικών καταστάσεων, όπως η αίσθηση του πόνου ή του κόκκινου χρώματος καθεαυτή. (2) Η λογικότητα-σκοπιμότητα των νοητικών διαδικασιών. Η παρούσα εργασία δεν ασχολείται με το πρόβλημα των qualia. Επισημαίνεται μόνο ότι καμιά φιλοσοφική ή επιστημονική θεωρία δεν φαίνεται να δίνει πλήρως ικανοποιητική απάντηση στο πρόβλημα αυτό το οποίο, κατά μία άποψη, αφορά σε ζητήματα που βρίσκονται πέρα από τα όρια των γνωστικών δυνατοτήτων του ανθρώπου.[2]

Στο παρόν κείμενο παρουσιάζονται ορισμένες υποθέσεις που αφορούν στο δεύτερο πρόβλημα (δηλαδή τη φυσιοκρατική ερμηνεία της λογικότητας-σκοπιμότητας της νόησης) και στηρίζονται σε ορισμένες εκδοχές μιας ευρέως αποδεκτής σύγχρονης φιλοσοφικής θεωρίας: της αναπαραστασιακής - υπολογιστικής θεωρίας για το νου (α-υ.θ.ν. – representational - computational theory of mind).[3]

Νόηση και εγκέφαλος

Επί αιώνες, στο πλαίσιο της νεότερης δυτικής φιλοσοφίας κυρίαρχη θέση κατείχε ο καρτεσιανός δυισμός.[4] Σύμφωνα με τον Καρτέσιο τα υλικά, εκτεινόμενα στο χώρο, αντικείμενα (res extensa) υπόκεινται σε αιτιοκρατικούς νόμους που περιγράφονται από τις φυσικές επιστήμες. Οι νόμοι αυτοί, ως εκ της φύσεώς τους, δεν έχουν σχέση με τη λογικότητα της ανθρώπινης συμπεριφοράς. Συνεπώς, πρέπει να υπάρχει ένα από τη φύση του νοούν αντικείμενο (res cogitans), η ατομική, ανθρώπινη ψυχή, από την οποία εκπηγάζουν οι λογικές πράξεις. Σύμφωνα με αυτή την προσέγγιση, ο εγκέφαλος είναι ένα μηχανικό σύστημα που μεταβιβάζει αμφίδρομα πληροφορίες και οδηγίες από το υπόλοιπο σώμα στην ψυχή και τούμπαλιν.

Ένα βασικό αδύναμο στοιχείο του δυισμού είναι ότι προϋποθέτει αιτιώδεις αλληλεπιδράσεις μεταξύ δύο ριζικά διαφορετικών ουσιών, του σώματος και της ψυχής. Επιπλέον, κατά τον 20ό αιώνα η καρτεσιανή επιχειρηματολογία περί ασυμβατότητας μεταξύ φυσικής αιτιοκρατίας και νοημοσύνης δέχθηκε ισχυρό πλήγμα από την ανάπτυξη του επιστημονικού κλάδου της Τεχνητής Νοημοσύνης. Τεκμηριώθηκε πειστικά και στη θεωρία και στην πράξη,[5] ότι μηχανικά-αιτιοκρατικά συστήματα που ονομάζονται υπολογιστές μπορούν να εκδηλώνουν νοήμονες αντιδράσεις.

Στο πλαίσιο της Γνωσιακής Θεωρίας ο εγκέφαλος (και κατ' επέκταση όλο το νευρικό σύστημα το οποίο χάριν συντομίας, στις επόμενες παραγράφους αποκαλείται εγκέφαλος) είναι ένας sui generis υπολογιστής (ή τουλάχιστον μοιάζει με υπολογιστή). Περιέχει προγράμματα που διαμορφώνονται: (α) Από γονιδιακές οδηγίες, επιλεγμένες στο πλαίσιο της εξέλιξης των ειδών (β) Από νευροφυσιολογικούς μηχανισμούς μάθησης που διαχειρίζονται επιδράσεις του φυσικού-κοινωνικού περιβάλλοντος. Τα προγράμματα αυτά, εξαιτίας της επιλεκτικής διαμόρφωσής τους, μπορούν να μετασχηματίζουν τις περιβαλλοντικές εισροές, σε υπολογιστικά καθοριζόμενες εσωτερικές εγκεφαλικές καταστάσεις, να συνθέτουν τις καταστάσεις αυτές μεταξύ τους και τελικά να παράγουν έλλογες – σκόπιμες – προσαρμοστικές εκροές – συμπεριφορές.[6]

Οι νοητικές αναπαραστάσεις

Σύμφωνα με την α-υ.θ.ν., ο νους καθώς λειτουργεί περιέρχεται διαδοχικά σε καταστάσεις που συνιστούν αναπαραστάσεις (representations). Ο όρος «αναπαραστάσεις» σημαίνει: αντικείμενα με σημασιολογική αξία τα οποία συμβολίζουν, παραπέμπουν σε, αναφέρονται σε άλλα αντικείμενα. Υποστηρίζεται ότι οι νοητικές αναπαραστάσεις (ν.α.) έχουν μία εσωτερική δομή με βάση την οποία διακρίνονται σε δύο τύπους: (α) αναπαραστάσεις τύπου εικόνων (icon–like) που έχουν μία χωροχρονική οργάνωση (β) αναπαραστάσεις τύπου προτάσεων (sentence – like) που έχουν μία συντακτική οργάνωση. Χαρακτηριστικό παράδειγμα ν.α. τύπου εικόνων είναι τα αισθητηριακά δεδομένα (π.χ. μια οπτική ή ακουστική εικόνα) ενώ οι αφηρημένες σκέψεις συνιστούν ν.α. τύπου προτάσεων.[7]

Όλες οι ν.α. τύπου προτάσεων καθώς και πολλές εικονικές αναπαραστάσεις υπάγονται σε ορισμένες κατηγορίες ανάλογα με την ειδική λειτουργία που επιτελούν στο πλαίσιο της νόησης. Οι κατηγορίες-λειτουργίες αυτές ονομάζονται προτασιακές στάσεις (propositional attitudes)[8] και περιγράφονται με προτάσεις του τύπου: Ο Α. (όπου Α. ένα νοήμον άτομο) πιστεύει ότι…, ή ελπίζει ότι…, ή φοβάται ότι…, ή απορεί αν… κ.ο.κ.

Σύμφωνα με την α-υ.θ.ν. η νόηση, συνίσταται στη σύνθεση ν.α. από άμεσα δεδομένα του περιβάλλοντος και από ήδη υπάρχουσες απλούστερες ν.α. Η σύνθεση γίνεται υπολογιστικά δηλαδή σύμφωνα με προκαθορισμένους από τη δομή του νου κανόνες (κατά μία πιο τεχνική ορολογία, σύμφωνα με προγράμματα που ακολουθούν αλγόριθμους). Π.χ., όσον αφορά στις προτασιακές στάσεις, ο συνδυασμός μιας πεποίθησης με μια προσδοκία ή με ένα φόβο τείνει να ενεργοποιεί ένα ή περισσότερα εναλλακτικά σχέδια δράσης που αποσκοπούν στην ικανοποίηση της προσδοκίας ή στην αποφυγή επέλευσης της φοβογόνου κατάστασης. Ο συνδυασμός δύο πεποιθήσεων μπορεί να οδηγεί σύμφωνα με προγράμματα που συχνά ακολουθούν τους κανόνες της επαγωγικής λογικής στη σύνθεση μιας νέας τρίτης πεποίθησης.

Εντός ενός πολύπλοκου νου μπορεί να εξελίσσονται ταυτόχρονα πολλά προγράμματα σύνθεσης αναπαραστάσεων, που μπορεί να κατατείνουν προς αντιτιθέμενες ή αντιφατικές εκροές - συμπεριφορές. Καθώς κάθε εμπλεκόμενο πρόγραμμα εξυπηρετεί μια ιδιαίτερη σκοπιμότητα (π.χ. την κάλυψη μιας βιολογικής ανάγκης, την ικανοποίηση μιας επιθυμίας, την προώθηση μιας ιδεολογικής επιλογής) το τελικό αποτέλεσμα μπορεί να είναι λογικό ή σκόπιμο από μια άποψη, παράλογο ή άσκοπο από μια άλλη. Κατά τον 20ό αιώνα στο πλαίσιο της Τυπικής Λογικής[9] και της Θεωρητικής Γλωσσολογίας[10] αναπτύχθηκαν αλγοριθμικά συστήματα τέλεσης συλλογισμών και σύνταξης προτάσεων που ενισχύουν τη θέση της α-υ.θ.ν. για τον υπολογιστικό χαρακτήρα των νοητικών διαδικασιών.

Το σημαντικότερο πλεονέκτημα της α-υ.θ.ν. είναι ότι εξηγεί (πιθανώς απλούστερα και πληρέστερα από κάθε άλλη σχετική θεωρία) ορισμένα φαινόμενα συνυφασμένα με την ανθρώπινη νόηση, όπως: (α) Η συστηματικότητα (systematicity)[11] της σκέψης, π.χ. το ότι όποιος κατανοεί τη φράση «ο Γιάννης συμπαθεί το Γιώργο», αναπόφευκτα κατανοεί και τη φράση «ο Γιώργος συμπαθεί το Γιάννη». (β) Η παραγωγικότητα (productivity) της σκέψης, π.χ. το ότι κάθε επαρκής γνώστης της ελληνικής με ένα λεξιλόγιο μερικών χιλιάδων λέξεων μπορεί να παράξει και να κατανοήσει άμεσα απειράριθμες προτάσεις - σκέψεις ακόμα και αν το περιεχόμενό τους είναι εξωφρενικό, όπως το ακόλουθο: «ένας άνθρωπος με δέκα χέρια και δύο κεφάλια πέταξε ως την ψηλότερη κορυφή του φεγγαριού και … κ.ο.κ.». Τα φαινόμενα αυτά και άλλα συναφή εξηγούνται αν, όπως προβλέπει η α-υ.θ.ν., ο νους πράγματι εμπεριέχει αναπαραστάσεις και μπορεί σύμφωνα με έναν πεπερασμένο αριθμό προγραμμάτων σύνταξης που χρησιμοποιεί επαναληπτικά να συγκροτεί διαρκώς συνθετότερες, χωρίς, στο πλαίσιο της διαδικασίας αυτής, να αλλοιώνει το νοηματικό περιεχόμενο των συνθετουσών αναπαραστάσεων.

Το περιεχόμενο των νοητικών αναπαραστάσεων

Σε κάθε σχέση αναπαράστασης εμπλέκονται τρία τουλάχιστον αντικείμενα: (α) Η αναπαράσταση καθεαυτή (π.χ. σύμφωνα με τη φυσιοκρατική εκδοχή της α-υ.θ.ν., μια συγκεκριμένη εσωτερική κατάσταση των νευρώνων του εγκεφάλου). (β) Τα αντικείμενα του εξωτερικού κόσμου στα οποία αφορά η ανα-

παράσταση (π.χ. αν πρόκειται για μια αναπαράσταση που αφορά σε μήλα, τα φρούτα μήλα ως φυσικά αντικείμενα). (γ) Το περιεχόμενο της αναπαράστασης (representational content), δηλαδή το αφηρημένο αντικείμενο στο οποίο αυτή αναφέρεται. Το ότι το τρίτο αντικείμενο διαφέρει από το δεύτερο τεκμηριώνεται εύκολα αν αναλογιστεί κανείς ότι το περιεχόμενο της αναπαράστασης η οποία αφορά στο ίδιο φυσικό αντικείμενο π.χ. (τα φρούτα μήλα) έχει διαφορετικό περιεχόμενο (π.χ. στο νου ενός φυσιοδίφη από ό,τι στο νου ενός νηπίου).

Μια φυσιοκρατική προσέγγιση για τις ν.α. οφείλει να έχει μια απάντηση για τα δύο ακόλουθα ερωτήματα: (α) Πώς δημιουργούνται οι ν.α. (δηλαδή πώς συνδέονται μεταξύ τους το πρώτο και το δεύτερο από τα αντικείμενα της προηγούμενης παραγράφου); (β) Πώς αποκτούν περιεχόμενο οι ν.α. (δηλαδή πώς συνδέονται μεταξύ τους το πρώτο με το τρίτο από τα ανωτέρω αντικείμενα);

Η κλασική απάντηση της α-υ.θ.ν. στο πρώτο από τα ανωτέρω ερωτήματα είναι: Υπάρχει μια φυσική αιτιώδης σχέση[12] ανάμεσα σε αντικείμενα ή άλλα επιμέρους τμήματα του φυσικού κόσμου και στο νου- υπολογιστή. Κάθε συγκεκριμένο αντικείμενο προκαλεί συγκεκριμένες εισροές τις οποίες ο νους μπορεί να ανιχνεύει και να διακρίνει. Δημιουργούνται κάποιες δυσκολίες για την άποψη αυτή προκειμένου να εξηγηθούν οι αιτιώδεις σχέσεις ανάμεσα σε ν.α. και αντικείμενα: (α) Παρελθόντα ή μακρινά (π.χ. ένα ιστορικό πρόσωπο της αρχαιότητας). (β) Μη υπαρκτά (π.χ. ένα μυθολογικό πρόσωπο). (γ) Αφηρημένα (π.χ. τη δικαιοσύνη). Όμως, οι δυσκολίες αυτές δεν είναι ανυπέρβλητες. Στην πρώτη περίπτωση φαίνεται να υπάρχει μια συχνά μακρά ακολουθία αιτιωδών σχέσεων η οποία οδηγεί από τα παρελθόντα αντικείμενα αναφοράς ως την παρούσα αναπαράστασή τους (π.χ. υπήρχε κάποιο φυσικό πρόσωπο που οι σύγχρονοι τον ονόμαζαν Αλέξανδρο, οι βιογράφοι του Μέγα Αλέξανδρο, οι συγγραφείς των νεότερων βιβλίων Ιστορίας ομοίως, έτσι ώστε ένας σύγχρονος αναγνώστης αυτών των βιβλίων σχηματίζει τελικά μια αναπαράσταση για το ιστορικό αυτό πρόσωπο). Στη δεύτερη περίπτωση ο νους μπορεί να συνθέτει την αναπαράσταση ενός ανύπαρκτου όντος (π.χ. ενός κενταύρου) συνδυάζοντας υπολογιστικά τμήματα ή ιδιότητες φυσικών υπαρκτών όντων. Στην τρίτη περίπτωση οι αφηρημένες έννοιες μπορεί να θεωρηθούν πρότυπα αφαιρετικού συνδυασμού συγκεκριμένων φυσικών καταστάσεων ή ιδιοτήτων (π.χ. η δικαιοσύνη μπορεί να είναι το πρότυπο κάθε ίσης ή αναλογικής κατανομής μετρήσιμων ποσοτήτων).

Για τη σχέση αναπαράστασης - αναπαραστασιακού περιεχομένου έχουν διατυπωθεί διάφορες φιλοσοφικές θεωρίες. Όσες από αυτές ακολουθούν τη φυσιοκρατική άποψη, υποστηρίζουν, όπως είναι εύλογο, ότι τα αφηρημένα αντικείμενα που απαρτίζουν το περιεχόμενο της ν.α. (π.χ. το αφηρημένο αντικείμενο «μήλα», στο οποίο μπορεί να αναφέρεται μια αναπαράσταση στο νου ενός νηπίου) δεν έχουν κάποια θεμελιώδη οντολογική υπόσταση. Σύμφωνα με τις τελολογικές θεωρίες (teleological theories) για το νοητικό περιεχόμενο,[13,14] κάθε νοητική αναπαράσταση είναι συνδεδεμένη με προγράμματα επιλεγμένα (στο πλαίσιο της εξέλιξης ή στο πλαίσιο της λειτουργίας μηχανισμών μάθησης) για να διαχειρίζονται συγκεκριμένες πληροφορίες από το περιβάλλον ή να ενεργοποιούν συγκεκριμένες σωματικές - συμπεριφορικές αντιδράσεις. Π.χ. στο νου ενός νηπίου ο επανειλημμένος συνδυασμός επιδράσεων από τα φυσικά αντικείμενα μήλα δημιουργεί: (α) Προγράμματα εξειδικευμένα στο να απαρτιώνουν σε μια αναπαράσταση πληροφορίες για το σχήμα, την οσμή, τη γεύση, την ονομασία, ενδεχομένως άλλα χαρακτηριστικά των φρούτων αυτών. (β) Προγράμματα εξειδικευμένα στην ενεργοποίηση αντιδράσεων σε σχέση με τα μήλα, όπως σύλληψη, δάγκωμα, πέψη, εκφορά της λέξης «μήλα». Συνεπώς, (σύμφωνα με τις τελολογικές θεωρίες) το περιεχόμενο μιας αναπαράστασης δεν προσδιορίζεται από τα αντικείμενα που αποτελούν τη φόρμα για τη δημιουργία της (π.χ. στο μισοσκόταδο μπορεί κάποιος να δει ένα τόπι στο πάτωμα και να νομίσει ότι είναι ένα μήλο που έπεσε από το τραπέζι) αλλά από τα επιλεγμένα νευρικά προγράμματα που εμπλέκονται στην επεξεργασία της αναπαράστασης αυτής.

Σύμφωνα, λοιπόν, με διάφορες εκδοχές των τελολογικών θεωριών, το περιεχόμενο μιας αναπαράστασης ταυτίζεται με τις πληροφορίες τις οποίες τα επιλεγμένα προγράμματα που είναι συνδεδεμένα μαζί της απαρτιώνουν ή/και με τις αντιδράσεις τις οποίες αυτά προκαλούν. Έτσι, στο νήπιο του παραδείγματος το περιεχόμενο της αναπαράστασης που αφορά στα μήλα είναι ένα αφηρημένο αντικείμενο

που συνδυάζει τις ιδιότητες ή/και προκαλεί τις αντιδράσεις για τις οποίες έγινε πριν λόγος.

Οι εγκεφαλικές αναπαραστάσεις

Ο εγκέφαλος είναι ένα φυσικό όργανο το οποίο πληροί τις προϋποθέσεις δημιουργίας νοητικών αναπαραστάσεων. Έχει πύλες εισόδου εισροών που είναι εξειδικευμένες στην ανίχνευση συγκεκριμένων περιβαλλοντικών επιδράσεων (π.χ. αισθητηριακά κύτταρα στον αμφιβληστροειδή, στο έσω ους, στις νευρομυϊκές ατράκτους των μυικών ινών). Τα αισθητηριακά κύτταρα και ομάδες τέτοιων κυττάρων οι οποίες λειτουργούν ως ενιαία μονάδα έχουν σχετικά σταθερές ανιούσες διασυνδέσεις (σχετικά σταθερά πεδία προβολής) με νευρώνες σε διάφορα εγκεφαλικά επίπεδα. Συχνά στις ιεραρχικά ανώτερες συνειρμικές περιοχές υπάρχουν νευρώνες και ομάδες νευρώνων, στους οποίους συγκλίνουν ανιούσες προβολές από διαφορετικές αισθητηριακές μονάδες ανίχνευσης. Δηλαδή, οι συνειρμικοί νευρώνες είναι συχνά εξειδικευμένοι να διακρίνουν (να ενεργοποιούνται από) συγκεκριμένους συνδυασμούς περιβαλλοντικών φυσικών επιδράσεων - εισροών.

Ο εγκέφαλος παρουσιάζει πλαστικότητα. Η σύγκλιση των ανερχόμενων οδών και τα πεδία προβολής μπορεί να τροποποιούνται σύμφωνα με κανόνες συνειρμικής μάθησης π.χ. σύμφωνα με το θεμελιώδη νόμο του Hebb:[15] στο βαθμό που κάποιοι νευρώνες ενεργοποιούνται ταυτόχρονα τείνουν να αναπτύσσουν ισχυρούς δεσμούς διασύνδεσης και τελικά να λειτουργούν ως ένα ενιαίο πεδίο συγκέντρωσης προβολών. Η ιεραρχική οργάνωση και η πλαστικότητα του εγκεφάλου επιτρέπουν τη δημιουργία εγκεφαλικών λειτουργικών δικτύων (functional web),[16] από νευρώνες που συμπεριφέρονται ως ένα ενιαίο όλον. Συνεπώς, ένα λειτουργικό δίκτυο μπορεί να περιέχει ομάδες νευρώνων οι οποίοι ενεργοποιούνται από εισροές που προέρχονται από φυσικά αντικείμενα, ιδιότητες, συμβάντα και συνδυασμούς τους που εμφανίζονται συχνά στο περιβάλλον ενός ατόμου. Κατ' αναλογίαν προς το παράδειγμα της προηγούμενης ενότητας, σε κάθε εγκέφαλο (των περισσότερων σύγχρονων ανθρώπων) υπάρχει από ένα λειτουργικό δίκτυο που αφορά στα αντικείμενα μήλα και απαρτίζεται από νευρώνες και ομάδες νευρώνων οι οποίοι είναι εξειδικευμένοι να ανιχνεύουν μεταξύ άλλων, διάφορες φυσικές ιδιότητες των μήλων, τον ήχο της λέξης «μήλα» (αν πρόκειται για τον εγκέφαλο ατόμου που γνωρίζει ελληνικά), καθώς και να προκαλούν συγκινησιακές, άλλες σωματικές ή συμπεριφορικές αντιδράσεις που έχουν συνδεθεί με τα μήλα.

Σύμφωνα με την κυρίαρχη αντίληψη, τα ανωτέρω αδρά περιγραφέντα εγκεφαλικά λειτουργικά δίκτυα είναι οι εγκεφαλικές αναπαραστάσεις καθεαυτές. Προφανώς, η σταθερότητα κάθε τέτοιας αναπαράστασης είναι σχετική μόνο. Τα όριά της δεν είναι σαφή. Πολλά υποδίκτυα στο πλαίσιο του ίδιου λειτουργικού δικτύου μπορεί να παρουσιάζουν μια σχετική αυτονομία, δηλαδή μπορεί να ενεργοποιούνται μαζί με το υπόλοιπο δίκτυο μόνο υπό ορισμένες περιστάσεις. Π.χ. τα υποδίκτυα που προετοιμάζουν το σώμα για την πέψη μιας τροφής, μπορεί να ενεργοποιούνται στο πλαίσιο του δικτύου που αφορά σε ένα αντικείμενο διατροφής, μόνο αν το άτομο είναι πεινασμένο. Δηλαδή, κάθε εγκεφαλική αναπαράσταση αλληλεπιδρά διαρκώς με άλλες ή και με μεμονωμένα εγκεφαλικά κέντρα. Έτσι εξηγείται και το φαινόμενο της ευόδωσης (priming): Κάθε μη ενεργοποιημένη αναπαράσταση και κάθε υποδίκτυο έχουν κάθε στιγμή ένα διαφορετικό βαθμό ετοιμότητας για ενεργοποίηση. Π.χ. η ενεργοποιημένη ν.α. που αφορά στα μήλα, δεν ενεργοποιεί αλλά μπορεί να ενισχύει την ετοιμότητα για ενεργοποίηση της αναπαράστασης που αφορά στα αχλάδια. Αυτό συμβαίνει διότι οι δύο αναπαραστάσεις έχουν αρκετά κοινά μεταξύ τους υποδίκτυα.

Η υπόθεση που συνδέει τις νοητικές - εγκεφαλικές αναπαραστάσεις με νευρωνικά λειτουργικά δίκτυα υποστηρίζεται από αρκετά νευροαπεικονιστικά ευρήματα: Η φυσική παρουσία ή η ανάμνηση φυσικών αντικειμένων ή συμβάντων προκαλεί (παρόμοια και στις δύο περιπτώσεις) ενεργοποίηση σε εκτεταμένες περιοχές του εγκεφάλου.[17] Η τοπογραφική διασπορά αυτής της ενεργοποίησης αντιστοιχεί στην οργάνωση του εγκεφάλου σε λειτουργικά εξειδικευμένες περιοχές. Π.χ. η θέα ή η ανάμνηση αντικειμένων τα οποία συνδέονται στενά με κινήσεις (όπως εργαλεία) ενεργοποιεί εντονότερα μετωπιαίες περιοχές που επεξεργάζονται κινητικά προγράμματα, ενώ η θέα ή η ανάμνηση ακίνητων αντικειμένων (π.χ. φυτών, τοπίων) ενεργοποιεί περισσότερο περιοχές στον κροταφικό, συνειρμικό

φλοιό.[18] Ενίοτε, μεμονωμένοι νευρώνες συμμετέχουν σταθερά στην αναπαράσταση μεμονωμένων συνδυασμών πληροφοριών. Σε αυτήν την κατηγορία ανήκουν νευρώνες του ιππόκαμπου καθένας από τους οποίους παρουσιάζει ένα μέγιστο ενεργοποίησης, όποτε το πειραματικό ζώο (τρωκτικό) βρίσκεται σε ορισμένο σημείο εντός του οικείου σε αυτό περιβάλλοντος.[19] Αντίστοιχα συμβαίνουν με νευρώνες της γωνιώδους έλικας πρωτευόντων, όταν αυτά παρατηρούν ένα συγκεκριμένο οικείο πρόσωπο.[20]

Υπάρχουν εν μέρει διαφορετικές απόψεις ως προς το ποια ακριβώς φυσικά γνωρίσματα ενός εγκεφαλικού δικτύου δημιουργούν την αναπαραστασιακή μοναδικότητά του. Σύμφωνα με την παραδοσιακή άποψη, σημασία έχει το ποιοι νευρώνες συμμετέχουν σε κάθε δίκτυο. Σύμφωνα με μια εν μέρει διαφορετική άποψη, που στηρίζεται στο πρότυπο των δικτύων τεχνητής νοημοσύνης και ονομάζεται συνδεσιοκρατία (connectionism),[21] κάθε αναπαράσταση αντιστοιχεί σε ένα μαθηματικό μοντέλο κατανομής της ισχύος διασύνδεσης μεταξύ νευρώνων. Κάθε τέτοιο μοντέλο μπορεί να αφορά στην ίδια αναπαράσταση και να υποστασιοποιείται από διαφορετικούς κάθε φορά νευρώνες. Δηλαδή, σύμφωνα με την άποψη αυτή κάθε αναπαράσταση αναπαρίσταται μαθηματικά από ένα άνυσμα (vector) με πολυάριθμες τιμές (κάθε τιμή περιγράφει την ισχύ σύνδεσης δύο νευρώνων του λειτουργικού δικτύου) κατανεμημένες σε έναν πολυεπίπεδο μαθηματικό χώρο (κάθε επίπεδο εκπροσωπεί μια δυάδα νευρώνων του δικτύου).[22]

Η υπολογιστική σύνθεση των εγκεφαλικών αναπαραστάσεων

Δεν υπάρχουν πολλές (επιστημονικές ή φιλοσοφικές) αντιρρήσεις για το ότι η σύνθεση ν.α. τύπου εικόνων μπορεί να είναι μια λειτουργία εφικτή από τον εγκέφαλο με δικά του αποκλειστικά μέσα. Ο εγκέφαλος οποιουδήποτε ζώου (ακόμα και ζώων που βρίσκονται χαμηλά στην εξελικτική κλίμακα), όταν κυνηγάει ή κυνηγιέται, ή οποιουδήποτε ανθρώπου, όταν αυτός επιτελεί αυτοματοποιημένες πολύπλοκες δραστηριότητες (π.χ. όταν οδηγεί ποδήλατο σε ένα δρόμο με κίνηση), πρέπει να συντάσσει και να ανασυντάσσει σχεδόν στιγμιαία χωροχρονικούς «χάρτες» του περιβάλλοντος.

Δεν έχουν αποκρυπτογραφηθεί επαρκώς οι νευρωνικοί μηχανισμοί με τους οποίους επιτελούνται οι χωροχρονικοί υπολογισμοί εντός του εγκεφάλου. Πάντως, έχει τεκμηριωθεί ότι τα αισθητήρια που συλλαμβάνουν πληροφορίες από διάφορες περιοχές του χώρου (ο αμφιβληστροειδής, ο κοχλίας, οι υποδοχείς της επιφάνειας του δέρματος) έχουν πεδία προβολής σε διάφορες περιοχές του φλοιού οργανωμένα δίκην τοπογραφικών χαρτών (topographic maps), υπό την εποπτεία του δεξιού βρεγματικού λοβού.[23] Τεχνολογικά, η τέλεση χωροχρονικών υπολογισμών επιτελείται ήδη στο πλαίσιο των τεχνητών νευρικών δικτύων (artificial neural webs) με διάφορες εφαρμογές, π.χ. στη Ρομποτική. Ιδού ένα απλό παράδειγμα διάκρισης της χρονικής προτεραιότητας (ή και της χρονικής διάρκειας) μεταξύ δύο συμβάντων. Ο νευρώνας Α ανιχνεύει το συμβάν α και ο νευρώνας Β το συμβάν β. Και οι δύο συνδέονται με το νευρώνα Γ ο οποίος ενεργοποιείται μόνο όταν δέχεται επιδράσεις ταυτόχρονα και από τους δύο νευρώνες Α και Β. Ο νευρώνας Α συνδέεται άμεσα με τον Γ, ενώ ο Β συνδέεται με τον Γ με τη μεσολάβηση ενός ή περισσότερων ενδιάμεσων νευρώνων καθυστέρησης μετάδοσης της επίδρασης. Υπό αυτές τις συνθήκες η ενεργοποίηση του Γ σημαίνει ότι το συμβάν β προηγήθηκε του α, το δε χρονικό διάστημα μεταξύ των δύο συμβάντων είναι ανάλογο του αριθμού των μεσολαβούντων μεταξύ Β και Γ νευρώνων καθυστέρησης.[24]

Η σχετική προς το σώμα ή προς τμήματα του σώματος θέση ενός αντικειμένου στο χώρο μπορεί να προσδιοριστεί από το συνδυασμό πληροφοριών, που μεταξύ άλλων αφορούν στο βαθμό σύσπασης διαφόρων μυϊκών ομάδων (όπως των μυών του τραχήλου, των οφθαλμοκινητικών μυών) και την περιοχή του αμφιβληστροειδούς στην οποία σχηματίζεται το είδωλο του αντικειμένου. Είναι πολύ πιθανόν ότι πληροφορίες τέτοιου είδους απαρτιώνονται στο οπίσθιο δεξιό βρεγματικό λοβό. Βλάβες στην εγκεφαλική αυτή περιοχή προκαλούν διάφορες κλινικές εκδηλώσεις αγνωσίας χώρου. Χαρακτηριστικό είναι και το σύνδρομο τυφλής όρασης (blind sight) που εμφανίζεται σε άτομα με βλάβη του εγκεφαλικού μηχανισμού που επεξεργάζεται το είδος των οπτικών ερεθισμών, ενώ μένει άθικτος ο μηχανισμός που επεξεργάζεται τη χωροταξία των ερεθισμών αυτών. Άτομα με αυτό το σύνδρομο δεν συνειδη-

τοποιούν την επίδραση ενός οπτικού ερεθίσματος μπορούν, όμως, αν τους ζητηθεί, να «μαντέψουν» με αρκετή ακρίβεια την ύπαρξή του και τη θέση του εντός του οπτικού πεδίου.[25,26]

Όσον αφορά στο κρίσιμο (φιλοσοφικά και επιστημονικά) ζήτημα του πώς ο εγκέφαλος μπορεί να συντάσσει αναπαραστάσεις τύπου προτάσεων, υπάρχουν αρκετές απεικονιστικές ενδείξεις για την ύπαρξη ενός (υπό μεταφορική έννοια) εγκεφαλικού λεξιλογίου (brain lexicon)[27] που περιέχει διακριτές αναπαραστάσεις των ήχων των λέξεων με κέντρο πιθανώς τη μέση και την κατώτερη κροταφική έλικα. Χρήσιμες ιδέες για τον τρόπο εγκεφαλικής σύνταξης αναπαραστάσεων προτάσεων από αναπαραστάσεις λέξεων αντλούνται από ένα κλάδο της Θεωρητικής Γλωσσολογίας με σημαντική ανάπτυξη κατά τις τελευταίες δεκαετίες, τις Γραμματικές Δόμησης Φράσεων (Phrase Structure Grammars).[28,29] Στόχος κάθε τέτοιας γραμματικής είναι η δημιουργία ενός πεπερασμένου αριθμού γραμματικών αλγορίθμων με την εφαρμογή των οποίων επί ενός λεξιλογίου μπορεί να δημιουργηθεί κάθε δυνατή, γραμματικά σωστή, φράση στο πλαίσιο αυτού του λεξιλογίου.

Για το σκοπό αυτό οι διαθέσιμες λέξεις κατατάσσονται σε λεξιλογικές κατηγορίες (lexical categories), ενώ διάφοροι συνδυασμοί λεξιλογικών κατηγοριών απαρτίζουν συνταξιολογικές κατηγορίες (syntactic categories). Έστω η πολύ απλή φράση: «Το παιδί κλωτσάει τη μπάλα». Αυτή μπορεί να τμηθεί στις συνταξιολογικές κατηγορίες: υποκείμενο (το παιδί), ρηματικό σύνταγμα (κλωτσάει τη μπάλα). Το υποκείμενο αποτελείται από τις λεξιλογικές κατηγορίες: άρθρο στην ονομαστική (το), ουσιαστικό στην ονομαστική (παιδί). Το ρηματικό σύνταγμα περιέχει ένα ρήμα στο τρίτο πρόσωπο, ένα άρθρο στην αιτιατική, ένα ουσιαστικό στην αιτιατική. Η ανωτέρω ακολουθία λεξιλογικών κατηγοριών σχηματίζει ένα γραμματικό αλγόριθμο με την επαναληπτική εφαρμογή του οποίου μπορεί να δημιουργηθούν απειράριθμες προτάσεις στην ελληνική γλώσσα (π.χ. «Η μητέρα ταΐζει το παιδί», «Το άλογο σέρνει το κάρο» κ.ο.κ.).

Συνήθως, οι φράσεις που χρησιμοποιούνται στην καθημερινή ζωή είναι πολυπλοκότερες από αυτήν του προηγούμενου παραδείγματος, π.χ. περιέχουν επιθετικούς ή επιρρηματικούς προσδιορισμούς, αντωνυμίες, δευτερεύουσες φράσεις και έχουν συχνά διάφορες συντακτικές και γραμματικές ατυπίες. Εντούτοις, φαίνεται δυνατόν με τη χρήση αρκετών δεκάδων λεξιλογικών κατηγοριών και πολύ λιγότερων συνταξιολογικών κατηγοριών να δημιουργηθεί ένας πεπερασμένος αριθμός αλγορίθμων, έτσι ώστε κάθε δυνατή φράση στην ελληνική γλώσσα να προκύπτει από την εφαρμογή κάποιου από αυτούς.

Με βάση τα ανωτέρω μπορεί να διατυπωθεί η υπόθεση ότι ο εγκέφαλος περιέχει προγράμματα για την κατάταξη λέξεων και συνδυασμών λέξεων, σε διάφορα κατατακτικά επίπεδα όπως αυτά που περιγράφηκαν στην προηγούμενη παράγραφο. Τα προγράμματα παρομοιάζονται με μια νευρωνική γραμματική και μπορεί να είναι επίκτητα (μαθημένα) ή/και (σύμφωνα με μια ενδιαφέρουσα αλλά αμφισβητούμενη σύγχρονη γλωσσολογική θεωρία) εγγενή, επιλεγμένα στο πλαίσιο της εξέλιξης. Η τελευταία αυτή άποψη για την ύπαρξη μιας πανανθρώπινης εγκεφαλικής γραμματικής[30] στηρίζεται σε παρατηρησιακά δεδομένα, όπως η ικανότητα των νηπίων (ακόμα και νηπίων με κάποιου βαθμού νοητική υστέρηση) να αναπτύσσουν μέσα σε λίγους μήνες μια εκπληκτική ευχέρεια γραμματικής σύνταξης ακόμα και πολύπλοκων γλωσσικών διατυπώσεων.[31]

Ένα από τα αρκετά προβλήματα που έχει να αντιμετωπίσει κάθε υπόθεση για την ύπαρξη μιας εγκεφαλικής γραμματικής είναι αυτή της αμφισημίας των λέξεων και των γλωσσικών διατυπώσεων ως προς το σε ποια λεξιλογική ή συνταξιολογική κατηγορία υπάγονται. Π.χ. το άρθρο «το» και το ουσιαστικό «παιδί» είναι όμοια στην ονομαστική και στην αιτιατική κλίση. Προφανώς, τα προγράμματα κατάταξης δεν είναι μονοδιάστατα, συνδυάζουν πολλές παραμέτρους. Π.χ. η θέση μιας λεξιλογικής κατηγορίας ως προς μια άλλη (πρβλ. «το παιδί κλωτσάει…», «κλωτσάει το παιδί…», οι παύσεις και ο συγκινησιακός τόνος της φωνής (που στο γραπτό λόγο αντιστοιχούν σε σημεία στίξης και σε κενά), το γενικότερο πλαίσιο νοήματος (δηλαδή, ο βαθμός ενεργοποίησης άλλων αναπαραστάσεων), άλλοι συναφείς παράγοντες μπορεί να προσανατολίζουν τον εγκέφαλο που βρίσκεται ενώπιον αμφισημίας προς κάποια επιλογή.

Τα ανωτέρω ενισχύονται από αρκετά απεικονιστικά και κλινικά δεδομένα. Ο εγκέφαλος που τροφοδοτείται με γραμματικά αμφίσημες ακολουθίες

συλλαβών ή λέξεων ενεργοποιείται σε έντονο βαθμό, προφανώς για την υπολογιστική επίλυση του προβλήματος.[32,33] Υπάρχουν μορφές αφασίας στις οποίες (σύμφωνα με τα προβλεπόμενα από την α-υ.θ.ν.) παραβλέπεται η ικανότητα γραμματικής σύνταξης και κατανόησης της γραμματικής σύνταξης των φράσεων (αγραμματισμός - agrammatism), ενώ διατηρείται σε σχετικά καλή κατάσταση η ικανότητα αναγνώρισης του νοήματος λέξεων.[34]

Περιορισμοί

Η φυσιοκρατική εκδοχή της α-υ.θ.ν. έχει αδιαμφισβήτητα πλεονεκτήματα. Σε αντίθεση με τις μη αναγωγικές εκδοχές είναι συμβατή με το θεμελιώδες επιστημονικό αξίωμα της αιτιώδους κλειστότητας του σύμπαντος (δηλαδή με το αξίωμα ότι μόνο φυσικά συμβάντα μπορεί να προκαλούν φυσικά συμβάντα)[35] και με τη φιλοσοφική αρχή που είναι γνωστή ως ξυράφι του Occam (Occam's razor)[36] και απαιτεί από κάθε θεωρία να είναι όσο το δυνατόν περισσότερο φειδωλή όσον αφορά στην επίκληση οντοτήτων ή μεταφυσικών αξιωμάτων για την εξήγηση διαφόρων φαινομένων.

Υποστηρίζεται ότι μια αδυναμία των αυστηρά αναγωγικών θεωριών είναι ότι αδυνατούν να εξηγήσουν τα φαινόμενα της κατανόησης (understanding) και της επίγνωσης (awareness).[37] Το νοούν υποκείμενο, τουλάχιστον ο άνθρωπος, μπορεί να κατανοεί και να γνωρίζει π.χ. το νόημα μιας πρότασης ή μιας εικόνας, ενώ ο εγκέφαλος μπορεί μόνο να διακρίνει και να διαχειρίζεται. Επομένως, σύμφωνα με αυτή την επιχειρηματολογία το νοούν υποκείμενο είναι κάτι περισσότερο από τον εγκέφαλό του.

Ο περιορισμός αυτός αφορά στην κατανόηση και στη γνώση ως συνειδητά, ψυχολογικά συμβάντα. Όπως αναφέρθηκε ήδη, στην αρχή αυτού του κειμένου, το πρόβλημα των εμπειρικών ποιοτήτων (των qualia) είναι δυσεπίλυτο. Πέραν όμως τούτου, ο εγκέφαλος και κάθε άλλο υλικό σύστημα εξοπλισμένο με τα κατάλληλα εκτελεστικά προγράμματα μπορούν να επιτελούν λειτουργίες που αντιστοιχούν στα φαινόμενα του κατανοείν και του γνωρίζειν. Π.χ. ο εγκέφαλος που εμπεριέχει την αναπαράσταση της πρότασης «το παιδί κλωτσάει τη μπάλα» μπορεί χάρις στα προγράμματα αυτά να ανταποκριθεί επιτυχώς (να δημιουργήσει τις κατάλληλες συμπεριφορικές εκροές) σε ερωτήσεις ή οδηγίες όπως: «Ποιος κλωτσάει τη μπάλα;», «Τι κάνει το παιδί;», «Δείξε μου (ή ζωγράφισέ μου) τι κάνει το παιδί» κ.ο.κ.

Σε αντιπαράθεση προς την α-υ.θ.ν. έχει διατυπωθεί η άποψη ότι ο εγκέφαλος είναι ένα δυναμικό σύστημα (dynamical system) του οποίου η κατάσταση περιγράφεται ακριβέστερα από τις θεωρίες του ντετερμινιστικού χάους (deterministic chaos) που δεν είναι συμβατές με την αναγνώριση σταθερών εγκεφαλικών καταστάσεων, όπως οι αναπαραστάσεις.[38] Τα δυναμικά συστήματα περιγράφονται σύμφωνα με μαθηματικά πρότυπα και αφηρημένες έννοιες, όπως αυτές του ελκυστή (attractor) του φασικού πεδίου (phase space). Σύμφωνα με μια συμφιλιωτική θέση, η δυναμική περιγραφή του εγκεφάλου μπορεί να μην είναι ασύμβατη με την αποδοχή των εγκεφαλικών αναπαραστάσεων, αν ως αναπαράσταση θεωρηθεί, όχι μια τετελεσμένη παρατηρήσιμη κατάσταση των νευρώνων, αλλά ένα πρότυπο προς το οποίο μπορεί να κατατείνει μια χαώδης εγκεφαλική κατάσταση που προκαλείται από συγκεκριμένες περιβαλλοντικές επιδράσεις.[39]

Στο κείμενο αυτό παρουσιάζονται ενδείξεις ότι ο εγκέφαλος, πιθανώς και άλλα φυσικά συστήματα, μπορούν χάρις αποκλειστικά στις φυσικές ιδιότητές τους, να αναπαριστούν τον κόσμο και να νοούν, δηλαδή να αντιδρούν έλλογα, σκόπιμα, προσαρμοστικά. Προφανώς, η υπάρχουσα τεκμηρίωση αυτής της θέσης από νευροαπεικονιστικά, κλινικά ή άλλα δεδομένα είναι μεν ενθαρρυντική όχι, όμως, πλήρης και τελεσίδικη. Πρόκειται για θεωρίες ή/και για υποθέσεις που μπορεί να επιβεβαιωθούν, να συμπληρωθούν ή να τροποποιηθούν από τις εξελίξεις στις Νευροεπιστήμες και στην Τεχνητή Νοημοσύνη κατά τις προσεχείς δεκαετίες.

Εν κατακλείδι, αξίζει να επισημανθεί η άποψη του μαθηματικού A. Turing[40] για τη νοημοσύνη και τον τρόπο τεκμηρίωσής της. Αν στο μέλλον κατασκευαστεί ένας υπολογιστής, ο οποίος να συνδιαλέγεται με τους ανθρώπους (π.χ. μέσω μιας οθόνης) έτσι ώστε οι συνδιαλεγόμενοι να μην μπορούν να ξεχωρίσουν αν πρόκειται για άνθρωπο ή για υπολογιστή, τότε θα υπάρξει μια ολοκληρωμένη πρακτική τεκμηρίωση ότι τα φυσικά συστήματα, επομένως και ο εγκέφαλος, μπορούν, χωρίς τη μεσολάβηση υπερφυσικών επιδράσεων να έχουν νοημοσύνη τουλάχιστον ισάξια με την ανθρώπινη.

Intellectual representations and brain

M. Livaditis

Department of Psyhiatry, University of Thrace, Medical School, Alexandroupolis, Greece

Phychiatriki 2010, 21:31–40

The present paper aims at presenting and discussing a naturalistic version of the representational-computational theory of mind (r-c.t.m.). In this paper the term "mind" refers to any complex system whose outputs (behaviours) are characterized by reasonability and intentionality. According to the r-c.t.m., the human brain is a mind continuously creating and containing representations of objects in two forms: image - like and proposition - like representations. Brain representations per se, may be largely distributed functional webs of neurons; each web, as a whole, is either in a state of activation or in a certain degree of readiness for activation. The brain representations are constantly composed from simpler ones, via the recursive engagement of a finite number of programs, either innate or created through learning mechanisms. Concerning proposition - like representations there may be programs that classify the representations of linguistic objects (i.e. words, phrases) into lexical or syntactical categories and combine them according to grammatical patterns. In the present text, some indices (psychological, neuroscientific, from the domain of linguistics and artificial intelligence) are presented that are supportive of the r-c.t.m.; furthermore some weak points of this theory are discussed along with some alternative views concerning the representational activity of the brain.

Key words: mind, brain, rationality, prepositionality, representations

Βιβλιογραφία

1. Smith Churchland P. Brain-Wise. *Studies in neurophilosophy.* MIT Press, MA, USA, 2002:242–271
2. McGinn C. *The mysterious flame: conscious minds in a mental world.* Basic Books, NY, 1999:47
3. Fodor J. *The elm and the expert*. Bradford Books, Cambridge, MA, 1993
4. Blackmore S. *Consciousness. An introduction*. Oxford University Press, NY, 2004:11–14
5. McCarthy J, Hayes PJ. Some philosophical problems from the standpoint of artificial intelligence. In: Meltzer B, Michie D (eds) *Machine intelligence 4.* Edinburgh University Press, Edinburgh, 1969:463–502
6. MacDonald C, Mac Donald G (eds) *Connectionism*. Blackwell, Oxford, 1998:97
7. Schwartz R. Representations. In: Guttenplan S (ed) *A companion to the philosophy of mind*. Blackwell, MA, USA 2005:536–541
8. Gardner S. Propositional attitudes. In: Guttenplan S (ed) *A companion to the philosophy of mind*. Blackwell, MA, USA, 1994:488–500
9. Smith P. *An introduction to formal logic.* Cambridge University Press, 2003
10. Lyons J. *Introduction to theoretical linguistics*. Cambridge University Press, 1968
11. Fodor J, Pylyshyn Z. Connectionism and cognitive architecture: A critical analysis. *Cognition* 1988, 28:3–71
12. Dretske EI. The nature of thought. *Philosophic Studies* 1993, 70:185–199
13. Whyte I. Success semantics. *Analysis* 1990, 50:149–157
14. Papineau D. Representation and explanation. *Philosophy Scie* 1984, 51:550–572
15. Paulsen O, Segnowski TJ. Natural patterns of activity and long-term synaptic plasticity. *Curr Opin Neurobiol* 2000, 10:172–179
16. Pulvermuller F. *The neuroscience of language*. Cambridge University Press, NY, 2009:22–30
17. Fuster JM, Jervey JP. Neuronal firing in the inferotemporal cortex of the monkey in a visual memory test. *J Neuroscience* 1982, 2:361–375
18. Martin A, Chao LL. Semantic memory and the brain: structure and processes. *Curr Opini Neurobiol* 2001, 11:194–201
19. Muller RU, Kubie JL, Ranck JB Jr. Spatial firing patterns of hippocampal complex-spike cells in a fixed environment. *J Neurosciences* 1987, 7:1935–1950
20. Yamane S, Kaji S, Kawouno K. What facial features activate face neurons in the inferotemporal cortex of the monkey? *Experimen Brain Res* 1988, 73:209–214

21. Pinker S, Price A. On language and connectionism: Analysis of a parallel distributed model of language acquisition. *Cognition* 1988, 28:73–109
22. Churchland PS, Sejnowski TJ. Perspectives in cognitive neuroscience. *Science* 1998, 242:741–745
23. Kandel E, Schwartz J, Jesell T. *Principles of neural science*. 4th ed. McGraw-Hill, NY, 2000:323
24. McCulloch WS, Pitts WH. A logical calculus of ideas immanent in nervous activity. *Bull Mathematical Biophysics* 1943, 5:115–133
25. Weiskzunz I. *Blindsight*. Oxford University Press, 1986
26. Young AW. Neuropsychology of awareness. In: Kappinen M, Revonsuo A (eds) *Consciousness in philosophy and cognitive neuroscience.* Erlbaum, NY, 1994
27. Damasio H, Tranel D, Grabowski T, Adolphs R, Damasio A. Neural systems behind word and concept retrieval. *Cognition* 2004, 92:179–229
28. Harris ZS. Transformational theory. *Language* 1965, 41:363–401
29. Chomsky N. *Syntactic structures*. Monton, The Hague, 1957
30. Garfield J. Innateness. In: Guttenplan S (ed) *A companion to the philosophy of mind*. Blackwell. MA, USA, 1994:367–374
31. Chomsky N. Review of B.F. Skinner's verbal behavior. *Language* 1959, 1:26–58
32. Hopf JM, Bayer J, Bader M, Meng M. Event-related brain potentials and case information in syntactic ambiguities. *J Cognitive Neuroscience* 1998, 10:264–280
33. Mason R, Just MA, Keller T, Carpenter P. Ambiguity in the brain. What brain imaging reveals about the processing of syntactically ambiguous sentences. *J Experimen Psychol, Learn, Mem Cognit* 2003, 29:1319–1338
34. Goodglass H. Agrammatism in aphasiology. *Clin Neurosci*, 1997, 4:51–56
35. Lowe EJ. Causal closure principles and emergentism. *Philosophy* 2000, 75:571–585
36. Rusell B. A history of western philosophy. Touchstone. London, 1967:472
37. Searle J. Minds, Brains and programs. *Behav Brain Scie* 1980, 3:417–457
38. Elbert T, Ray WJ, Kowalik ZJ, Skinner JE, Graf KE, Birbaumer N. Chaos and psychology. Deterministic chaos in excitable cell assemblies. *Psychologic Rev*, 1994, 74:1–47
39. Henrik W. Neurophilosophy of free will. (Translation by: Klohr C). MIT Press, Cambridge, MA, 2001:164–180
40. Turing A. Computing machinery and intelligence. *Mind* 1950, 59:433–460

Αλληλογραφία: Μ. Λειβαδίτης, Καθηγητής Κοινωνικής Ψυχιατρικής, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Ιατρική σχολή, Αλεξανδρούπολη
Τηλ: 25510-30 332, Fax: 25510-30 363
e-mail: vbochtsou@gmail.com