Archetype

Η αρχιτεκτονική στην ψηφιακή εποχή: από τους αλγόριθμους στο κατασκευασμένο έργο

Antoine Picon, Martin Bressani, Mario Carpo, Reinhold Martin και Θεοδώρα Βαρδούλη - 03/06/2020

Μέρος Β': Γύρω από το μέλλον του αρχιτέκτονα-δημιουργού*

Πρωτότυπη δημοσίευση:
Έντυπη:
Martin Bressani, Mario Carpo, Reinhold Martin, Antoine Picon et Theodora Vardouli, «L’architecture à l’heure du numérique, des algorithmes au projet», Perspective, 2 | 2019, 113-140.

Ηλεκτρονική:
Martin Bressani, Mario Carpo, Reinhold Martin, Antoine Picon et Theodora Vardouli, «L’architecture à l’heure du numérique, des algorithmes au projet», Perspective [En ligne], 2 | 2019, mis en ligne le 30 juin 2020,

consulté le 04 mai 2020. URL : http://journals.openedition.org/perspective/14830 ;
DOI: https://doi.org/10.4000/perspective.14830

Η αρχιτεκτονική στην ψηφιακή εποχή: από τους αλγόριθμους στο κατασκευασμένο έργο
Μια συζήτηση ανάμεσα στους Martin Bressani, Mario Carpo, Reinhold Martin και τη Θεοδώρα Βαρδούλη, με συντονιστή τον Antoine Picon

Μετάφραση:
Ροδανθή Βαρδούλη, Υποψήφια Διδάκτωρ, Graduate School of Design, Harvard University, ΗΠΑ
Επιμέλεια: Ανδρέας Γιακουμακάτος, Κωνσταντίνα Κάλφα και Θεοδώρα Βαρδούλη

* *Ο υπότιτλος "Μέρος Β': Γύρω από το μέλλον του αρχιτέκτονα-δημιουργού είναι επιλογή της συντακτικής επιτροπής του Archetype και δεν υπάρχει στην πρωτότυπη δημοσίευση.*

Πριν από είκοσι χρόνια, η αρχιτεκτονική σχεδιαζόταν ακόμα με το χέρι, με μελάνι πάνω σε ρυζόχαρτο. Η ανάπτυξη των ψηφιακών μέσων ανέτρεψε αυτή τη συνθήκη. Σήμερα, η σύλληψη των αρχιτεκτονικών έργων στη συντριπτική τους πλειοψηφία γίνεται μέσω υπολογιστή. Είναι γνωστό πως τα σχεδιαστικά μέσα κατευθύνουν τη δημιουργική πράξη και πως τα ίδια υπόκεινται συχνά σε επαναπροσδιορισμό. Ποιος είναι λοιπόν ο αντίκτυπος του ψηφιακού μέσου στην αρχιτεκτονική;

Οι συνεισφορές σε αυτή τη συζήτηση επιχειρούν να απαντήσουν σε αυτό το ιδιαιτέρως πολύπλοκο και πολυδιάστατο ερώτημα. Θα μπορούσε κανείς, για παράδειγμα, να επικεντρωθεί στις διαδικασίες παραγωγής του αρχιτεκτονικού έργου, οι οποίες υπόκεινται σε ταχεία εξέλιξη υπό την επίδραση τεχνικών όπως ο παραμετρικός σχεδιασμός. Ή θα μπορούσε να δώσει προτεραιότητα στα αποτελέσματα που παράγει ο υπολογιστής, όπως για παράδειγμα την εμφάνιση καινοτόμων γεωμετριών. Θα ήταν επίσης εύλογο, να διερωτηθεί κανείς αναφορικά με τον ρόλο των αλγορίθμων στη σύλληψη και την πρακτική της αρχιτεκτονικής και, πράγμα εξίσου σημαντικό, να εξετάσει τις δυνατότητες που ανοίγει η ψηφιακή παραγωγή [digital fabrication] στη μεγάλη κλίμακα. Ακόμα, πρέπει να αναρωτηθούμε για το μέλλον του επαγγέλματος του αρχιτέκτονα: πραγματικά, η ψηφιακή τεχνολογία έχει διαβρώσει οριστικά ορισμένες από τις δομικές πτυχές του επαγγέλματος; Τελικά, μοιάζει επιθυμητό να τεθεί υπό αμφισβήτηση η λειτουργία της αρχιτεκτονικής, σε έναν νεοφιλελεύθερο κόσμο που μετατρέπει μέρος της παραγωγής της σε εικόνα, σημάδι κύρους. Ήρθε η ώρα να εξετάσουμε τον ρόλο των μεγάλων πολιτισμικών εποικοδομημάτων σε έναν παγκοσμιοποιημένο ανταγωνισμό.

Παρόλο που οι προοπτικές που υιοθετούνται από τους διάφορους πρωταγωνιστές αυτής της συζήτησης διαφέρουν, ο αναγνώστης θα παρατηρήσει την ανάδυση ορισμένων κοινών πεποιθήσεων. Μια πρώτη πεποίθηση αφορά τον αδιάρρηκτα τεχνικό και πολιτισμικό χαρακτήρα των μετασχηματισμών που επέφερε η ψηφιοποίηση. Η εξέλιξη της αρχιτεκτονικής (ως πειθαρχίας [discipline]) που τίθεται υπό εξέταση σε αυτή τη συζήτηση, υπερβαίνει την απλή επίδραση του υπολογιστή στην πρακτική του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού. Αναδεικνύεται, αντίθετα, ως συνδεδεμένη με ένα σύνολο κοινωνικών μετασχηματισμών, με μια μετατόπιση του φαντασιακού και των κοινωνικο-οικονομικών μεταλλάξεων, χωρίς τις οποίες δεν μπορούμε εύκολα να κατανοήσουμε τι διακυβεύεται στο πεδίο της σύγχρονης αρχιτεκτονικής.

Η ανάγκη να σκεφτούμε τις αλλαγές που βρίσκονται σε εξέλιξη, όχι μόνο από πρακτική αλλά και από θεωρητική σκοπιά, αποτελεί ένα δεύτερο κοινό νήμα. Δεν αρκεί απλά να μετρήσουμε μεταλλαγές στην πρακτική της αρχιτεκτονικής, από την εξέλιξη των τεχνικών αναπαράστασης ως την επικράτηση του Building Information Modelling (BIM) –την ψηφιακή μοντελοποίηση κτιρίων που μετασχηματίζει βαθύτατα τις σχέσεις μεταξύ παραγόντων του κατασκευαστικού τομέα. Η κατανόηση του τρόπου με τον οποίο επηρεάζονται τα ίδια τα θεμέλια της αρχιτεκτονικής πειθαρχίας είναι εξίσου σημαντική. Αυτή η επείγουσα ανάγκη διπλασιάστηκε στο κατώφλι της νέας επανάστασης, που επήλθε με την άνοδο της μηχανικής μάθησης [machine learning] και της τεχνητής νοημοσύνης στο πεδίο της αρχιτεκτονικής.

Κλείνοντας, επισημαίνω την ανησυχία που εκφράστηκε από τους συμμετέχοντες για την παγίδα του «παροντισμού», στην οποία εύκολα μπορεί να υποπέσει κανείς. Είναι σημαντικό να εγγράψουμε τις

πρόσφατες εξελίξεις εντός της μακράς ιστορίας της αρχιτεκτονικής, και αυτό πέρα από επιφανειακές αναλογίες μεταξύ του χθες και του σήμερα. Στις αρχές της ψηφιακής επανάστασης στην αρχιτεκτονική, ήταν συχνές οι συγκρίσεις με εποχές του παρελθόντος όπως η Αναγέννηση ή η περίοδος του Μπαρόκ. Σίγουρα, όπως σημείωνε ο Mark Twain, η ιστορία δεν επαναλαμβάνεται, αλλά κάνει ρίμες. Στη μελέτη πιθανής ομοιοκαταληξίας μεταξύ αυτών των επεισοδίων και της πρόσφατης εξέλιξης της αρχιτεκτονικής πειθαρχίας, έχει σε κάθε περίπτωση επιτευχθεί μια πιο συνεκτική θεώρηση του σύνθετου συνόλου συνεχειών και ασυνεχειών μεταξύ της νεωτερικότητας, του μεταμοντέρνου και των μετασχηματισμών που επέφερε η ψηφιακή τεχνολογία. Η καθαυτή ιστορία τής εμπειρίας του ψηφιακού και των εικοσιπέντε χρόνων που μόλις έκλεισε, έχει αποτελέσει το αντικείμενο διαφόρων εγχειρημάτων περιοδολόγησης. Μάλιστα, ο πρόσφατος πολλαπλασιασμός των ακαδημαϊκών εργασιών πάνω σε αυτά τα ερωτήματα καταδεικνύει την αυξανόμενη επιθυμία κατανόησης του παρόντος μέσω της ιστορίας, που έχει ταυτόχρονα να κάνει με την επιστήμη και με την κριτική. Αυτή η ιστορία πρέπει αναμφίβολα να παρακολουθεί στενά και άλλους τομείς έρευνας, τομείς που εξετάζουν την εξέλιξη των δημιουργικών πρακτικών σε σχέση με τις τεχνολογικές μεταλλαγές.

Από αυτή την άποψη, δεν μπορεί παρά να μας χαροποιεί το ότι ένα περιοδικό αφιερωμένο στην ιστορία της τέχνης [Perspective: Actualité en histoire de l'art] φιλοξενεί την παρακάτω συζήτηση σχετικά με την αρχιτεκτονική στην ψηφιακή εποχή.

[Antoine Picon]

– Antoine Picon. ***Ακόμα και αν το ενδιαφέρον έχει κάπως μετατοπιστεί από τη γεωμετρία στην κατασκευή, οι ψηφιακές τεχνολογίες έχουν καταστήσει δυνατές νέες μορφές. Αυτές οι μορφές εγείρουν το δύσκολο ερώτημα της λειτουργικής και αισθητικής τους αποτίμησης. Πριν λίγα χρόνια, ο Patrik Schumacher και άλλοι είχαν εισαγάγει την έννοια της «κομψότητας» [elegance] ως έναν πιθανό τρόπο για να απαντηθεί η ερώτηση αυτή.[22] Σε ποιες κατευθύνσεις βλέπετε να εξελίσσεται η αρχιτεκτονική κρίση [judgment] τα επόμενα χρόνια;***

– Θεοδώρα Βαρδούλη. Οι μορφές που παράγονται ψηφιακά είναι σχιζοειδείς. Υπάρχουν ως σχήματα, ως δομές και ως διαδικασίες. Η εμφάνισή τους, που γίνεται αντιληπτή μέσω των αισθήσεων *(σχήμα)*, ελέγχεται από μια υπο-κείμενη τοπολογική περιγραφή *(δομή)* και πραγματοποιείται μέσω μιας υπολογιστικής αρθρωτής διαδικασίας. Η δυσκολία δε βρίσκεται στο πώς να εφεύρει κανείς ονόματα και επίθετα για να περιγράψει μη γνώριμες γεωμετρίες που έχουν παραχθεί ψηφιακά, αλλά στο πώς να διαχειριστεί την ένταση ανάμεσα στο σχήμα, τη δομή και τη διαδικασία.

Μια λέξη-κλειδί που χρησιμοποιείται συχνά σε κάποιους κύκλους ψηφιακής τέχνης, η «μικροβλάβη» [glitch] είναι ένα παράδειγμα διαδικαστικής αισθητικής κατηγορίας.[23] Η «μικροβλάβη» προέρχεται από απρόσμενα γεγονότα, που αποκαλύπτουν αναντιστοιχίες και τάσεις ανάμεσα στις αιτιοκρατίες των αφηρημένων αλγοριθμικών διατυπώσεων και στις αβεβαιότητες που εγείρονται όταν ο αλγόριθμος εκτελείται από υλικά ηλεκτρικά κυκλώματα. Θεωρητικά ελαστική, η έννοια της «μικροβλάβης» έχει επεκταθεί στον χαρακτηρισμό των συγκεκριμένων απρόοπτων εκδηλώσεων που ανακύπτουν από τα συστήματα αρχιτεκτονικής βεβαιότητας —υλικής, προγραμματικής ή άλλης.[24] Σε βασικό επίπεδο, η «μικροβλάβη» επανατοποθετεί την αισθητική αποτίμηση εντός της σχέσης ανάμεσα στο πώς είναι κάτι και στο πώς έχει προγραμματιστεί να είναι. Οι διαδικαστικές αισθητικές οπτικές έχουν μακρότερη ιστορία σε μεταπολεμικά έργα σχετικά με τη γεννητική τέχνη και σχεδιασμό [generative art and design] —ή αλλιώς, την άρθρωση μορφών μέσω διαδικασιών βασισμένων σε κανόνες, με ή χωρίς ψηφιακούς υπολογιστές. Στο βιβλίο τους *Algorithmic Aesthetics* του 1978, για παράδειγμα, οι George Stiny και James Gips πρότειναν μια φόρμουλα για την αξιολόγηση των αντικειμένων που παράγονται από ένα γεννητικό σύστημα. Αυτή περιελάμβανε την καθιέρωση ενός αυθαίρετου κώδικα για την περιγραφή αυτών των αντικειμένων, και μετά τη σύγκριση του μήκους της περιγραφής κάθε αντικειμένου με βάση αυτόν τον κώδικα με τον αριθμό των κανόνων που εφαρμόστηκαν για την παρασκευή του αντικειμένου.[25] Υψηλή αισθητική αξία αποδιδόταν σε μορφές που ήταν οπτικά σύνθετες αλλά είχαν παραχθεί με φειδωλή εφαρμογή κανόνων—σε μορφές που επιδείκνυαν ενότητα και ποικιλία, μια παραλλαγή αυτού που ο Patrick Schumacher θα ονόμαζε αργότερα «κομψότητα».

Αντίθετα από το σύστημα των Stiny και Gips, που εφάρμοζε κανόνες τύπου «βλέπω-κάνω» πάνω στα σχήματα

που αντιλαμβανόταν κανείς σε μια υπολογιστική διαδικασία, τα περισσότερα γεννητικά συστήματα σχεδιασμού παραδοσιακά βασίζονται σε αφηρημένες και συμβολικές αναπαραστάσεις γεωμετρίας. Αυτά τα συστήματα αναλύουν τη γεωμετρία ως δομή διακριτών οντοτήτων και έπειτα απαριθμούν εξαντλητικά τους πιθανούς συνδυασμούς αυτών των οντοτήτων. Η απαρίθμηση σχεδιαστικών δυνατοτήτων δεν περιλαμβάνει χρόνο ή δράση: είναι ένα συγχρονικό συνδυαστικό παιχνίδι. Εξάγει αυτό που είναι ήδη εκεί, με τον ίδιο τρόπο που οι μορφές που είναι δυνατό να παραχθούν από τρία τουβλάκια lego είναι *ήδη εκεί* πριν κανείς κάνει οτιδήποτε, ενώ οι δυνατές μορφές ενός κομματιού από πηλό όχι.

Όπως περιέγραψε ο Philip Steadman στο *Architectural Morphology*,[26] η απαρίθμηση μορφολογικών δυνατοτήτων περιλαμβάνει μια σειρά από «σχήματα άνευ διαστάσεων» [dimensionless shapes], που μπορούν έπειτα να υλοποιηθούν με συγκεκριμένες μετρικές τιμές. Όταν ο Greg Lynn ενεργοποίησε την τοπολογική φαντασία των αρχιτεκτόνων μέσα από τις συζητήσεις του περί «πολλαπλών τύπων» και «εύρους δυνατοτήτων»,[27] οι μελέτες μορφολογικών δυνατοτήτων του τύπου που περιέγραψε ο Steadman ήταν η πιο παλιά καινούρια ιδέα της ψηφιακής αρχιτεκτονικής. Στην ουσία όμως, ήταν μια ιδέα που επήλθε από μια ιστορικά συγκεκριμένη ενασχόληση με την πιθανότητα μιας αρχιτεκτονικής μορφής, η οποία είναι ανεικονική παρότι έχει μια εμφάνιση. Ήταν μια ιδέα εγγεγραμμένη εντός ευρύτερων πολιτισμικών φαινομένων, που μετατόπιζαν την αισθητική αξία από την ορατή επιφάνεια στην αφηρημένη δομή –αυτό που η ιστορικός μαθηματικών Alma Steingart αποκαλεί «αξιωματική αισθητική».[28]

Πιο πρόσφατα, τα αρχιτεκτονικά πειράματα με νέες υπολογιστικές τεχνικές όπως τα GAN [Generative Adversarial Networks] μοιάζουν να περνούν από την εικονομαχία στην εικονολατρεία, με το να θεωρούν την αρχιτεκτονική μορφή, κυριολεκτικά, ως εικόνα, και να πραγματοποιούν στατιστικούς και πιθανοτικούς υπολογισμούς στα εικονοστοιχεία (pixels) της. Κι όμως, για την αξιολόγηση του εικονολατρικού χώρου σχεδιαστικών δυνατοτήτων που παράγεται από τα GAN, εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται γνώριμες παλιές σκελετικές μέθοδοι. Η ανθρώπινη κρίση παρακάμπτεται από υποτιθέμενες αφαιρέσεις και υπολογιστικές λογικές.

Ο σοβαρός προβληματισμός σχετικά με τη θέση της συνειδητής ανθρώπινης κρίσης, όταν κανείς δουλεύει με τεχνικές που έχουν εφευρεθεί για να την εκτοπίσουν,[29] είναι αναγκαίος για την ανάπτυξη κριτηρίων αξιολόγησης των μορφών που έχουν παραχθεί ψηφιακά. Το μέλλον της αρχιτεκτονικής κριτικής ικανότητας είναι η διάνοιξη χώρου για ανθρώπινη κρίση και παρέμβαση εντός των υπολογιστικών διαδικασιών.

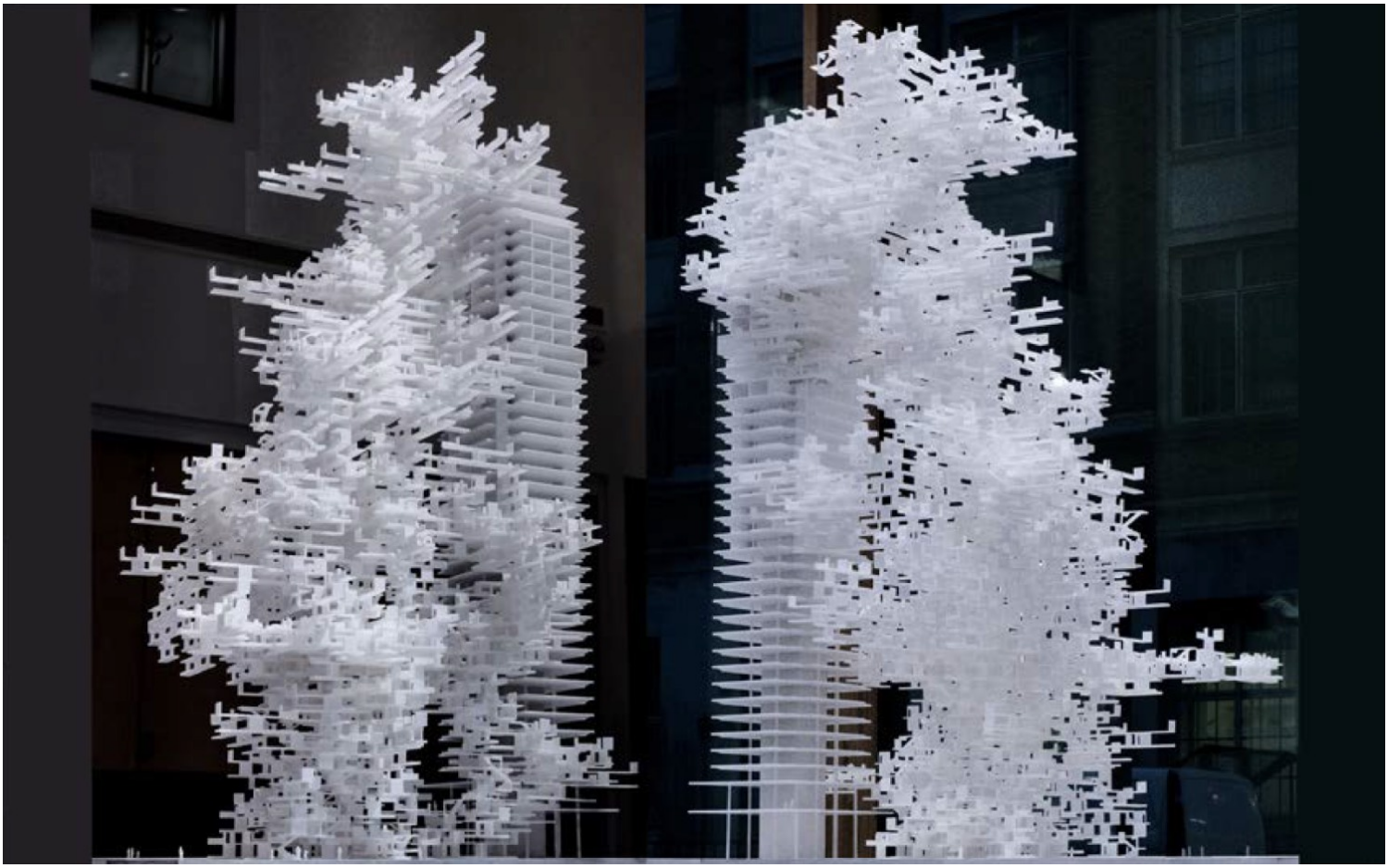
– Mario Carpo. Ο όρος «κομψότητα» ήταν για ένα διάστημα επίκαιρος για την αναφορά σε λείες και καμπύλες επιφάνειες, που προέκυπταν από τη γενικευμένη υιοθέτηση του λογισμικού μοντελοποίησης καμπύλων spline τη δεκαετία του 1990. Ο όρος «παραμετρισμός» [parametricism] έχει επίσης χρησιμοποιηθεί κάποιες φορές με την ίδια σημασία, συγχέοντας την τεχνική σημασία του όρου με κάποιες μορφολογικές επιπτώσεις της υιοθέτησης του παραμετρικού λογισμικού. Το ρευστό στυλ της μοντελοποίησης καμπύλων spline και των ψηφιακών «blob» θα μπορούσε να οριστεί πιο κατάλληλα ως ψηφιακή βελτιστοποίηση, ή υπολογιστική αεροδυναμική. Αξίζει να θυμηθούμε ότι τα μαθηματικά πάνω στα οποία θεμελιώθηκε γράφτηκαν σχεδόν εξ ολοκλήρου από τους Pierre Bézier και Paul de Casteljau, ξεχωριστά (όταν και οι δύο βρίσκονταν στο Παρίσι μεταξύ του 1958 και του 1964), χωρίς καθόλου υπολογιστές.

Με την άνοδο των μεγάλων δεδομένων και των πρώτων σχεδιαστικών εφαρμογών της μηχανικής μάθησης και της τεχνητής νοημοσύνης, η λεία καμπυλόγραμμη ποιότητα του πρώτου ψηφιακού στυλ αντικαταστάθηκε από την τραχιά ακαταστασία και την «υπερβολική ανάλυση» της ψηφιακής διακριτότητας [discreteness] **(εικ. 3, 4)**. Αυτό έχει θεωρηθεί ως μια νέα και ίσως ήδη μετα-ανθρώπινη [post-human] αισθητική, και δεν αποτελεί έκπληξη το γεγονός ότι η αισθητική αυτή μοιάζει περίεργη ή ξένη για το ανθρώπινο μάτι (με την πρωτότυπη Μαρξιστική έννοια του όρου ως αποξένωση ή *Entfremdung*): η «υπερβολική ανάλυση» της ψηφιακής διακριτότητας είναι η εξωστρεφής και ορατή μορφή της λειτουργίας μιας εσωστρεφούς και αόρατης λογικής, που δεν είναι πλέον η λογική του ανθρώπινου νου.

Philippe Morel / EZCT Architecture & Design Research (με τους Hatem Hamda και Marc Schoenauer), Computational Chair [Υπολογιστική καρέκλα], Μελέτες βελτιστοποίησης: σχέδιο που πραγματοποιήθηκε στη βάση γεννητικών αλγόριθμων, 2004. (© με τη φιλική παραχώρηση του Philippe Morel / EZCT Architecture & Design Research)

Alisa Andrašek, με τον Bruno Juricˇic´, Cloud Pergola [Σκέπαστρο σύννεφο], λεπτομέρεια, 2018, Κροατικό περίπτερο, Βενετία, Μπιενάλε αρχιτεκτονικής. (© με τη φιλική παραχώρηση της Alisa Andrašek)

Είναι πολύ νωρίς για να κάνουμε απολογισμό σχετικά με τις αισθητικές επιπτώσεις της συνεχιζόμενης υιοθέτησης της ρομποτικής για την αυτόματη συναρμολόγηση αρχιτεκτονικών μερών ή εξαρτημάτων. Για όσα γνωρίζουμε μέχρι σήμερα, φαίνεται ότι τα πρώτα οπτικά αποτελέσματα μιας αυτοματοποιημένης ρομποτικής συναρμολόγησης μπορεί να κυμαίνονται από μερεολογική [mereological] υπερ-διακριτότητα μέχρι μνημειώδη κομμάτια **(εικ. 5, 6)**, αλλά είναι δύσκολο να πει κανείς σε ποιον βαθμό αυτό μπορεί να οφείλεται σε τεχνικούς λόγους, συμβολισμό ή ιδεολογικές κλίσεις. Η νοσταλγία για την εποχή τής βιομηχανικής προκατασκευής βασισμένης σε καταλόγους μπορεί να είναι ένας παράγοντας εδώ –αλλά κατά τη γνώμη μου παραπλανητικός, καθώς οι τεχνικές λογικές της μηχανικής προκατασκευής της ρομποτικής αυτοματοποίησης δεν συνδέονται παρά μόνο επιφανειακά. Όπως και να 'χει, η άνοδος της ρομποτικής αυτοματοποίησης θα εγείρει κοινωνικά και οικονομικά ζητήματα που θα υπερβαίνουν κατά πολύ τις αισθητικές εκτιμήσεις, και εικάζω ότι η έμφαση στην οικονομία, την εργασία και την κοινωνία –σχετικά με τους κινδύνους, τα κόστη και τα οφέλη της αυτοματοποίησης– θα κυριαρχήσουν στη θεωρία του σχεδιασμού, τουλάχιστον για λίγο, σε βάρος όλων των άλλων παραγόντων. Και δικαίως, τουλάχιστον προς το παρόν.



Daniel Koehler, με τη συμμετοχή των Chen Chen, Genmao Li et Zixuan Wang (Bartlett School, Λονδίνο), WanderYards, μακέτα, 2017-2018, τρισδιάστατη εκτύπωση με πολυανθρακικό πολυμερές (© με τη φιλική παραχώρηση του Daniel Koehler)

Gilles Retsin Architecture, Περίπτερο για την Μπιενάλε Αρχιτεκτονικής του Tallinn, 2017. Φωτογραφία: NAARO (© Με τη φιλική παραχώρηση του Gilles Retsin)

– Reinhold Martin. Στην περίπτωση αισθητικών ερωτημάτων, προτείνω να αφήσουμε κατά μέρος τις καμπάνιες προβολής των αρχιτεκτόνων και να επανεξετάσουμε τις παραδόσεις της ιστορίας της τέχνης που έχουν εμπλακεί ρητά με τις επιστήμες της πληροφορίας. Σε πολλές περιπτώσεις, για παράδειγμα, ο Ernst Gombrich απάντησε σε ερωτήματα μοντέρνας αισθητικής, όπως αυτό της «έκφρασης», με λογικούς όρους που προέρχονται από τον δυαδικό κώδικα. Με αφορμή απλές πιθανότητες «on» ή «off» (τις οποίες ο ίδιος αποκαλούσε με τους περίφημους όρους «ping» και «pong»), ο Gombrich ανέπτυξε μια θεωρία της τέχνης,

οπτικής αντίληψης και γνωστικής λειτουργίας, που θα μπορούσαμε να πούμε ότι απαντούσε εμμέσως στο απόφθεγμα του Marshall McLuhan: «το μέσο είναι το μήνυμα». Ενώ το έργο τέχνης θα μπορούσε σε κάποιον βαθμό να συγκριθεί με το κανάλι σε ένα κύκλωμα αποστολέα-αποδέκτη, για τον Gombrich ο σημασιολογικός και μορφολογικός του πλούτος δεν ήταν ποτέ αναγώγιμος στις τεχνικές του ιδιότητες αλλά, αντ' αυτού, εξαρτιόταν από τις συνθήκες δομής και πλαισίου. Μεταξύ των τελευταίων ήταν και οι ιστορικά εντοπισμένες προσδοκίες του θεατή, αναδιατυπωμένες ως πιθανότητες βασισμένες σε κοινωνικές συμβάσεις, όπως η καλλιτεχνική «ευπρέπεια». Ενώ ο Gombrich είχε απώτερους σκοπούς σε μεθοδολογικό επίπεδο, και ο Ποππεριανός ατομικισμός του είναι ενοχλητικός, η προσέγγισή του είναι πιο πιθανό να δώσει ενδιαφέροντα αποτελέσματα από την αποδοχή των υποθέσεων μιας αυτοαποκαλούμενης «ψηφιακής» αρχιτεκτονικής ως εννοιολογικά νέας ή πρωτότυπης.

Πράγματι, η εισαγωγή, τη δεκαετία του 1980, των καμπύλων NURBS [non-uniform rational b-spline] στο μορφολογικό ρεπερτόριο του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού με τη βοήθεια συγκεκριμένων προγραμμάτων, ήταν κάτι τεχνολογικά νέο. Η σιωπηρή ιδέα ήταν ότι αυτή η συγκεκριμένη «γλώσσα» (και πρακτικά όλοι οι ιδεολόγοι μετά τη δεκαετία του 1990 αναπαράγουν, σε κατοπτρικό ανάστροφο, τις παραδοχές της «γλωσσικής στροφής» [linguistic turn] της αρχιτεκτονικής) ήταν σημασιολογικά καθώς και τεχνικά συνδεδεμένη με την υπολογιστοποίηση. Με άλλα λόγια, εάν υπήρχε ένα κοινό «μήνυμα» σε όλες τις «νέες», πολύπλοκα καμπύλες μορφές, ήταν ότι είχαν σχεδιαστεί από μια μηχανή ικανή να εκτελέσει τους απαραίτητους υπολογισμούς. Προχωρώντας από τις πρώτες αρχές –ότι οι υπολογιστές υπολογίζουν– και αναγνωρίζοντας τη μορφολογική παραβίαση του Καρτεσιανού σημασιολογικού πεδίου (δηλαδή του μοντερνιστικού κανάβου) ως μια συνειδητή παραβίαση της καλλιτεχνικής ευπρέπειας, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι το κεντρικό μήνυμα εδώ είναι ότι τώρα έχουμε στην κατοχή μας μηχανές πιο δυνατές από αυτές τις αναλογικές μηχανές από χάλυβα, γυαλί και σκυρόδεμα, γύρω από τις οποίες οικοδομήθηκε ο «ορθολογισμός» μετά τον Διαφωτισμό. Η διανοητική και υλική αυθεντία, συμπεριλαμβανομένης της λειτουργίας του δημιουργού, έχει περάσει από τα μέσα παραγωγής στα μέσα αναπαραγωγής. Δεν χρειαζόμαστε ένα διαφημιστικό μανιφέστο να μας πει ότι όλη η «ψηφιακή» αρχιτεκτονική είναι εμπορική αρχιτεκτονική, στον βαθμό που διαφημίζει, με λιγότερο ή περισσότερο εκλεπτυσμένο τρόπο, τις γραμμές παραγωγής με τις οποίες παράχθηκε. Ένα καλλιτεχνικό πνεύμα που παραμένει αληθινό στο αγωνιστικό πρόγραμμα των πρωτοποριών, θα έπρεπε να διαχειριστεί, όπως θα έκανε και ένα ιστοριογραφικό πνεύμα, το γεγονός ότι τα μέσα αναπαραγωγής –οι υπολογιστές– είναι τόσο τεχνολογίες όσο και εμπορεύματα.

– Martin Bressani. Η «κομψότητα» του Patrik Schumacher αναφέρεται σε μια μορφή αρχιτεκτονικού στυλιζαρίσματος, σύμφωνα με το οποίο τα μέρη συγχωνεύονται το ένα με το άλλο σε μια συνεχή επιφάνεια, που μετατρέπει τα κτίρια σε στιλπνά αντικείμενα όπως είναι τα MacBook ή τα iPhones. Το Κέντρο Υγρού Στίβου της Zaha Hadid για τους Ολυμπιακούς Αγώνες του Λονδίνου αποδίδει την τέλεια εικόνα μιας τέτοιας στιλπνότητας, δίνοντας την ψευδαίσθηση ότι το κτίριο είναι ένα συνεκτικό και αποτελεσματικό λειτουργικό προϊόν. Τα ψηφιακά εργαλεία έχουν σίγουρα παίξει ουσιαστικό ρόλο για τον σχεδιασμό και την κατασκευή τέτοιων στιλπνών αντικειμένων, ενσωματώνοντας υλικούς και δομικούς περιορισμούς μέσα σε μια συνεχή και σύνθετη γεωμετρία. Αλλά κανένα φιλοσοφικό ή ιστορικό επιχείρημα δεν μπορεί να μετατρέψει μια τέτοια «κομψότητα» στην καθοριστική αισθητική της ψηφιακής αρχιτεκτονικής. Ο φορμαλισμός της είναι διακοσμητικός, υπό τη ρηχή έννοια μιας μορφής-υπογραφής. Εφορμάται από ένα πάθος για μια απόλυτη μηχανική τεχνική, όπου τα μέσα παραγωγής είναι κρυμμένα με στόχο να μπερδέψουν τον θεατή. Είναι μια αρχιτεκτονική που δίνει προτεραιότητα στο υποκείμενο ως θεατή της θεαματικής της μορφής. Είναι επομένως πιο κατάλληλη για την εξυπηρέτηση εμπορικών στόχων, από το να μας οδηγεί σε ενδιαφέρουσες αισθητικές αναζητήσεις.

Θα πρότεινα ότι, αντί να εστιάζουμε στο «στυλιζάρισμα», το ψηφιακό θα μπορούσε, ίσως αντι-διαισθητικά, να είναι μια ευκαιρία για να κατευθύνουμε την αισθητική στον αυθεντικό της ορισμό ως «επιστήμη της αισθητηριακής γνώσης». Πράγματι, οι αλλαγές στον τρόπο αντίληψης, που προκύπτουν από τις εξελίξεις στην τεχνολογία και τα μέσα επικοινωνίας, οδηγεί, ίσως ως δευτερεύον αποτέλεσμα, προς μια φαινομενολογία της εμπειρίας. Η τεχνολογία μπορεί να παρασκευάσει καθαρή αντίληψη. Ο κίνδυνος εδώ είναι να πέσουμε στην παγίδα μιας οικονομίας της εμπειρίας, όπου οι αναμνήσεις γίνονται το νέο εμπόρευμα. Η αρχιτεκτονική έτσι χρησιμοποιείται για τη δημιουργία θεαμάτων, σύμφωνα με το μοντέλο των video games. Αλλά καμία συγκεκριμένη αισθητική στρατηγική δεν έχει ποτέ προστατεύσει τον αρχιτέκτονα ή τον καλλιτέχνη από τον κίνδυνο της οικειοποίησης από άλλες προθέσεις και στόχους. Πρέπει μόνο να ελπίζουμε

ότι, εντός των συνθηκών του θεάματος, είναι ακόμα δυνατό να φανταστούμε εμπειρίες που δεν είναι προ-καθορισμένες, κι έτσι να είμαστε σε θέση να εξερευνήσουμε σε τι είδους ατμόσφαιρες θέλουμε να ζήσουμε συλλογικά.[30]

– Antoine Picon. ***Από το BIM στην ενοποίηση των πρακτικών, το ψηφιακό αναδιαμορφώνει βαθιά το επάγγελμα του αρχιτέκτονα. Σε ποιες κατευθύνσεις βλέπετε το επάγγελμα να εξελίσσεται τα επόμενα χρόνια; Πιστεύετε ότι οι εξελίξεις προμηνύουν έναν ουσιαστικό επαναπροσδιορισμό της ιδιότητας του αρχιτέκτονα-δημιουργού;***

– Martin Bressani. Στην «εξιδανικευμένη» τους μορφή, οι πλατφόρμες BIM επιτρέπουν την ανάπτυξη μιας ριζοσπαστικά συνεργατικής διαδικασίας, στην οποία σχεδιαστές, μηχανικοί, χτίστες, διαχειριστές και κάθε άλλος τύπος συμβούλων, από αναλυτές κόστους μέχρι κοινωνικούς εταίρους, μπορούν πιθανά να δουλέψουν μαζί περίπου ταυτόχρονα. Το έργο προκύπτει από τον διάλογο, ή, ίσως πιο σωστά, τη διαπραγμάτευση μεταξύ διαφόρων συμμετεχόντων, ένα σενάριο που πράγματι οδηγεί σε έναν θεμελιακό επαναπροσδιορισμό της ιδιότητας ενός αρχιτέκτονα-δημιουργού. Όμως, η απώλεια ελέγχου από τον «δημιουργό» δε χρειάζεται να αντιμετωπίζεται αρνητικά, καθώς στο παρελθόν δεν αποτέλεσε ποτέ εγγύηση ποιότητας και συνάφειας. Το BIM μπορεί να έχει θετικό αποτέλεσμα, αν η συνεργασία συγκεράσει διαφορετικές φωνές, με μια κάποια διανομή ρόλων, λειτουργιών, δράσεων (ανθρώπινων και μη), και έχει ως στόχο συλλογικά πειράματα «τρόπων ύπαρξης» [modes of existence], για να χρησιμοποιήσουμε μια Λατουριανή έκφραση. Αλλά το αποτέλεσμα μπορεί να είναι αρνητικό εάν το BIM απλώς εξυπηρετεί την αύξηση του βαθμού ελέγχου, αποτελεσματικότητας και οφέλους, δίνοντας μεγαλύτερη ευχέρεια στους κατασκευαστές, στο να ελέγχουν κάθε φάση της αρχιτεκτονικής παραγωγής. Το BIM μπορεί να μη μεταμορφώνει εξίσου όλες τις πτυχές των αρχιτεκτονικών πρακτικών· όμως, ως εργαλείο-κλειδί για τη διαχείριση δυνατοτήτων, μπορεί να ενεργοποιήσει νέα πειράματα στην κατεύθυνση ενός πιο κοινού κόσμου.

– Θεοδώρα Βαρδούλη. Από τον «ψηφιακό ειδικό» [digital specialist] μέχρι τον «CAD πίθηκο» [Computer aided Design Monkey], τα ψηφιακά εργαλεία έχουν εισαγάγει νέους τύπους ειδίκευσης στις αρχιτεκτονικές επιχειρήσεις. Παρόλο που οι δομές τού αρχιτεκτονικού γραφείου έχουν παραμείνει πεισματικά αδρανείς,[31] ο πολλαπλασιασμός κάποιων τύπων αρχιτεκτονικού λογισμικού έχει εδώ και καιρό αναζωογονήσει το όραμα ενός πιο οριζόντιου, διεπιστημονικού και συνεργατικού επαγγέλματος. Η Peggy Deamer, για παράδειγμα, έχει παρακινήσει τους κατασκευαστές μοντέλων BIM να κάνουν χρήση της επιρροής τους στη διαμόρφωση των διαδικασιών σχεδιασμού και κατασκευής[32], και να αναλάβουν τον ρόλο τους ως γνωσιακοί εργάτες. Οι εμπειρικές μελέτες πάνω στη χρήση προγραμμάτων BIM φανερώνουν μια λιγότερο αισιόδοξη εικόνα: η προσδοκία της ανεμπόδιστης επικοινωνίας ανάμεσα σε διαφορετικούς συντελεστές ενός αρχιτεκτονικού έργου, προκαλεί εντάσεις και επιπλοκές.[33] Παρόλα αυτά, το σχόλιο της Deamer σχετικά με την ψηφιακά διαμεσολαβούμενη αρχιτεκτονική παραγωγή, είναι ιδιαίτερα οξυδερκές. Κάθε έργο προέρχεται από κάποιον κώδικα, ο οποίος μπορεί να συνδυαστεί και να ανα-συνδυαστεί ξανά και ξανά.[34]

Ο Mario Carpo θεωρεί την κατάσταση αυτή ως μια μεγάλη πρόκληση για το μοντέλο του αρχιτέκτονα-δημιουργού, που περιστρέφεται γύρω από το πρόσωπο του ενός μοναδικού αυτουργού. Προτείνει ένα «συσσωρευτικό» μοντέλο δημιουργίας, που εδράζεται στη διαδικασία παραγωγής διαφόρων εκδοχών και αναμορφώσεων ενός αρχιτεκτονικού έργου μέσα από τα «χέρια των πολλών»[35] – μια αρχιτεκτονική λίγο ή περισσότερο ανοιχτού κώδικα [open source]. Αν και η ιδέα του «ανοιχτού κώδικα στα πάντα»[36] [open source everything] αποτελούσε δημοφιλές σύνθημα στη δεκαετία μετά το Web 2.0, κάτι τέτοιο δεν ισχύει τόσο καθαρά στα πεδία που περιλαμβάνουν υλικά αντικείμενα.[37] Στο λογισμικό, ο κώδικας δίνει *άμεση πρόσβαση* στο προϊόν. Η σαφής εκτέλεση είναι ένας από τους πυλώνες του ανοιχτού λογισμικού. Παρόλα αυτά, όπως υποστήριξα σε ένα άρθρο μου με την Leah Buechley,[38] όσο κι αν οι αρχιτέκτονες έχουν αναθέσει τα οράματα γεωμετρικού και υλικού ελέγχου στα ψηφιακά εργαλεία, η εκτέλεση αρχιτεκτονικών αναπαραστάσεων παραμένει ανοιχτή σε υλικά και ερμηνευτικά απρόοπτα. Η ανοιχτή αρχιτεκτονική, όμως, συνεχίζει να αντηχεί και να διεγείρει –μια ηχώ οραμάτων εκδημοκρατισμού και αποεπαγγελματικοποίησης που οι αρχιτέκτονες προέβαλαν μέσω των ψηφιακών τεχνολογιών γύρω στο 1970.

Το εάν οι υπολογιστές είναι φίλοι ή εχθροί για τον επαγγελματία αρχιτέκτονα είναι ένα οικείο ιστορικό ερώτημα. Ο Walter Gropius, για παράδειγμα, θεωρούσε τους υπολογιστές ως «μέσα ανώτερου μηχανικού ελέγχου», που θα απελευθέρωναν τους αρχιτέκτονες από καθημερινά επαναλαμβανόμενα καθήκοντα και θα προσέφεραν «ακόμα μεγαλύτερη ελευθερία στη δημιουργική διαδικασία».[39] Αυτή η δήλωση –που

χρησιμοποιείται ακόμα για την προώθηση προγραμμάτων CAD and BIM– τελικά ταυτίστηκε με το πιο μετριοπαθές κομμάτι μιας ζωηρής φαντασίας σχετικά με πρωτόκολλα ανθρώπου-μηχανής στη δεκαετία του 1960. Το όραμα του Gropius ήταν μια εκδοχή αυτού που ο J.C.R. Licklider περίφημα αποκάλεσε «μηχανική επέκταση», σε αντιπαράθεση με τη συνεργασία ή την υποκατάσταση.

Η συνεργασία, ή αλλιώς «συμβίωση» [symbiosis],[40] «επαύξηση» [augmentation],[41] ή «συνεταιρισμός» [partnership],[42] θεωρούσε τους ψηφιακούς υπολογιστές ως ενισχυτές της ανθρώπινης σκέψης και φαντασίας. Η τεχνική ενσωμάτωση αυτών των σλόγκαν στην αρχιτεκτονική ήταν τυπικά ένα γενετικό [generative] σύστημα που υπολόγιζε σχεδιαστικές δυνατότητες για συγκεκριμένους περιορισμούς και κριτήρια, και έπειτα παρουσίαζε όλα,[43] ή ένα από αυτά,[44] στην οθόνη ή ως υλοποιημένη αναδιαμόρφωση ενός περιβάλλοντος.[45] Η ιδιότητα του αρχιτέκτονα-δημιουργού εκτοπίστηκε *πριν* και *μετά* τον υπολογισμό των σχεδιαστικών δυνατοτήτων: μετατράπηκε σε *καθορισμό κανόνων* και σε επιλογή από καταλόγους δυνατοτήτων. Θεωρημένη ως επιλογή από κατάλογο σχεδιαστικών δυνατοτήτων, η ιδιότητα του αρχιτέκτονα-δημιουργού γίνεται αναλώσιμη. Οι αλγόριθμοι με τους οποίους οι υπολογιστές λειτουργούν, εδώ και καιρό, έχουν τη δυνατότητα να αναλύουν και να συσχετίζουν με κανόνες διάφορα δεδομένα σχετικά με το αρχιτεκτονικό πρόγραμμα ή την τοποθεσία.[46] Έχουν, επίσης εδώ και καιρό, τη δυνατότητα να επιλέξουν βέλτιστες ή υπο-βέλτιστες επιλύσεις σε προβλήματα υπό περιορισμούς. Μενού συνδυασμών και υπολογίσιμες επιλογές εξακολουθούν να τροφοδοτούν όνειρα και φόβους περί εξάλειψης του επαγγέλματος. Όμως, ο θάνατος του δημιουργού απαιτεί έναν συγκεκριμένο –δομικό— ορισμό του αντικειμένου/προϊόντος. Παρότι οι περισσότερες υπολογιστικές τεχνικές μαρτυρούν το αντίθετο, η αρχιτεκτονική δεν μπορεί να απομειωθεί σε στρουκτουραλιστική συνδυαστική.

– Mario Carpo. Η ιδιότητα του αρχιτέκτονα-δημιουργού δεν υπήρχε στον Μεσαίωνα: ποιος σχεδίασε τον Καθεδρικό Ναό της Σαρτρ; Κανείς συγκεκριμένα, και όμως χτίστηκε και αποτελεί αρχιτεκτονικό αριστούργημα. Αυτό φυσικά αποδεικνύει ότι η αρχιτεκτονική μπορεί να υπάρξει εν τη απουσία τής μοντέρνας ιδιότητας του αρχιτέκτονα-δημιουργού. Η εφεύρεση της αρχιτεκτονικής ως καλής τέχνης (ως της δημιουργικής, αλλογραφικής [allographic] σημειωτικής τέχνης του σχεδιασμού) ήρθε μόλις με τον μοντέρνο Ανθρωπισμό και την Αναγέννηση. Αλλά αυτή η έννοια του αρχιτέκτονα ως ουμανιστικού δημιουργού αφορά συγκεκριμένα τον προ-μοντέρνο και μοντέρνο Ευρωπαϊκό Ανθρωπισμό: δεν υπήρχε πριν και, μέχρι σήμερα, δεν υπάρχει έξω από αυτό το πολιτισμικό περίγραμμα. Ο υπολογιστικός σχεδιασμός, όπως τα περισσότερα ψηφιακά πράγματα, είναι εγγενώς αντίθετος με τη μοντέρνα, ανθρωπιστική ιδιότητα του δημιουργού: με τη δική του τεχνική λογική, οτιδήποτε υπολογιστικό ή παραμετρικό σήμερα έχει πνεύμα συμμετοχικό, συνεργατικό, που τείνει προς το ανώνυμο, το διαδραστικό και το συλλογικό. Εάν ζούσαν ακόμα, οι Ayn Rand και Howard Roark δε θα το εκτιμούσαν αυτό. Ούτε ο Alberti, ούτε και ο Brunelleschi, ο οποίος είχε παλέψει σκληρά ενάντια στη συνεργατική φύση των βιοτεχνιών και των συντεχνιών της εποχής του. Αλλά τα προγράμματα BIM σήμερα είναι πιο κοντά στη λογική των μεσαιωνικών συντεχνιών απ' ότι στο πνεύμα ενός ουμανιστή σχεδιαστή. Αυτός μπορεί να είναι ένας λόγος που οι αρχιτέκτονες έχουν ανάμικτα συναισθήματα απέναντι στη συμμετοχική φύση των σημερινών υπολογιστικών σχεδιαστικών εργαλείων. Θυμάμαι ότι γύρω στο 2006-2008 όλοι μιλούσαν για την επικείμενη μετάβαση «από τη μαζική προσαρμογή στη μαζική συμμετοχή». Μέχρι σήμερα, κάτι τέτοιο δεν έχει συμβεί. Η εικασία μου είναι ότι δε θα συμβεί για κάμποσο καιρό, στη Δύση. Η Ανατολή είναι μια άλλη ιστορία.

– Reinhold Martin. Για να επιστρέψουμε στην πρώτη σας ερώτηση, και στη συζήτηση που εγείρει σχετικά με την εμπορική πρακτική σε αντιπαράθεση με την «πρωτοπορία» όσον αφορά τις πλατφόρμες όπως το BIM, η κυρίαρχη φαντασίωση περιλαμβάνει τον περιορισμό της αναπαραστατικότητας: απόλυτη διαφάνεια, ή, για να το θέσουμε διαφορετικά, τη συγχώνευση παραγωγής και αναπαραγωγής σε βαθμό που η διαφορά μεταξύ του «σχεδιασμού» (δηλαδή της εισαγωγής και υπολογισμού δεδομένων) μιας γραμμής σε μια οθόνη και της κατασκευής της επί τόπου, θα είναι αμελητέα. Πρόκειται για μια νέα εκδοχή μιας παλιάς φαντασίωσης, που στόχευε στο να περιορίσει τον εργάτη, η οποία είχε συνδεθεί στη δεκαετία του 1950 με το κυβερνητικό όνειρο μιας αυτοματοποιημένης γραμμής συναρμολόγησης, που, όπως προειδοποίησε ο Norbert Wiener, κατευθυνόταν πρωτίστως ενάντια στα συμφέροντα των εργατικών συνδικάτων. Δεν είναι τυχαίο ότι το έργο κάποιων από τους πιο ηχηρούς «ψηφιακούς» επιχειρηματίες, συμπεριλαμβανομένου εκείνου που αναφέρετε παραπάνω, έχει εκτελεστεί –αμφιλεγόμενα– σε συνθήκες εργασίας σαν αυτές του Κατάρ και των Ηνωμένων Αραβικών Εμιράτων, συνθήκες περίπου δουλείας. Ανεξάρτητα από τον συγκεκριμένο βαθμό εκμετάλλευσης, θα πρέπει να θεωρούμε αυτές τις καταστάσεις ως τον κανόνα, όχι ως την εξαίρεση. Το μετα-κυβερνητικό

όνειρο, που έχει εν μέρει υλοποιηθεί από τα προγράμματα BIM, είναι ένα πλήρως αυτοματοποιημένο εργοτάξιο. Για να χρησιμοποιήσω μια ορολογία που υπογραμμίζει την κοινωνικο-οικονομική θέση του αρχιτέκτονα, μπορούμε να πούμε ότι αυτή η εξέλιξη, από μια νεο-αστική σκοπιά, οδηγεί σε μια «αρχιτεκτονική χωρίς αρχιτέκτονες». Από τη σκοπιά της εργασίας υπονοεί μια «αρχιτεκτονική χωρίς εργάτες».

Με αυτή την έννοια, το BIM είναι και προϊόν και ενός είδους προ-προϊόν, το οποίο αδυσώπητα εμπορεύεται η Autocad, η αρχιτεκτονική εκδοχή της τεχνολογικής μεγα-επιχείρησης, με μια ατέλειωτη ροή εμπορικής προπαγάνδας και εκπαιδευτικά σεμινάρια. Πρόκειται δηλαδή για ένα σύστημα υποδομής από το οποίο εγείρονται προϊόντα, για παράδειγμα κτίρια. Επιστρέφοντας στην Βαρμπουργκειριανή παράδοση, τέτοιου είδους συστήματα μπορούν, πιστεύω, να γίνουν εύκολα κατανοητά ως παραλλαγές της «συμβολικής μορφής» του Erwin Panofsky (και του Ernst Cassirer). Εγκαθιστούν αυτές τις συνθήκες υποδομής για συγκεκριμένα είδη νοηματοδότησης. Όπως η γραμμική προοπτική, επιβάλλουν επίσης την τάξη σε έναν άτακτο κόσμο. Ακολουθώντας το παράδειγμα του BIM, απλά επεκτείνω τη λογική αυτή από τη σφαίρα της αναπαραγωγής στη σφαίρα της παραγωγής. Δεν υπάρχει κάτι που να αναστατώνει περισσότερο, από την οπτική του υπεύθυνου ανάπτυξης ακινήτων, όσο μια απεργία εργατών σε ένα εργοτάξιο. Ο περιορισμός της απειλής τέτοιων παραβιάσεων του ευπρεπούς τρόπου συμπεριφοράς μέσω της αυτοματοποίησης της παραγωγής (και σε πολλές περιπτώσεις εν προκειμένω, αποκλείοντας τα συνδικάτα), είναι μια κλασική λύση. Το BIM αναπαριστά τον τεχνο-πολιτικό του ορίζοντα.

Το οποίο δε σημαίνει ότι τα εργοτάξια δε θα πρέπει να αυτοματοποιηθούν, αλλά μόνο ότι θα πρέπει να αναγνωρίσουμε το ιδεολογικό έργο που επιτελούν οι προσπάθειες να γίνει φυσική η «ψηφιακή» παραγωγή και αναπαραγωγή, είτε στον ακαδημαϊκό τομέα της θεωρίας ή αλγοριθμικά, στα εργοστάσια προγραμματισμού της Autodesk. Ούτε εννοώ να ενισχύσουμε την απολυτότητα κάποιου είδους αλλαγής παραδείγματος ή επιστημονικής τομής, που σχετίζεται είτε με την υπολογιστοποίηση του επαγγελματικού γραφείου ή του εργοταξίου, ή και των δύο. Επιστρέφοντας για μια στιγμή στον Panofsky, ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι ένας περίεργος επιζών μιας υποτιθέμενης «αλλαγής παραδείγματος» από αυτό της προοπτικής σε εκείνο της βάσης δεδομένων που αντιπροσωπεύει το BIM, είναι ο καρτεσιανός κάναβος. Σε ένα επίπεδο όχι πολύ πέρα από εκείνο της γλώσσας της μηχανής των 0 και των 1 που έχει δια-κωδικοποίησει ο Gombrich, οι κάναβοι οργανώνουν σχεδόν τα πάντα στα προγράμματα του BIM, από τα οικοστοιχεία στην οθόνη μέχρι τον εντοπισμό των σημείων (και της πληροφορίας που φέρουν) στον X-Y-Z χώρο. Έτσι, ένα μελλοντικό καθήκον για τους ιστορικούς που θέλουν να κοιτάξουν κάτω από το χαλί της ψηφιακής μεταστροφής της αρχιτεκτονικής, θα μπορούσε να περιλαμβάνει την ανακατασκευή των σύνθετων γενεαλογιών αυτών των κανάβων, ως επιστημολογικών, τεχνικών και πολιτισμικών φορέων.

– Antoine Picon. ***Τέλος, ως θεωρητικοί και ιστορικοί καθώς και ακαδημαϊκοί, πώς βλέπετε τον ρόλο σας μέσα σε αυτές τις αλλαγές;***

– Mario Carpo. Αυτό απαντιέται σύντομα. Διδάσκω αρχιτεκτονική ιστορία και θεωρία και ιστορία της θεωρίας του σχεδιασμού, αδιάκοπα, τα τελευταία 32 χρόνια. Η ψηφιακή στροφή δεν έχει επιφέρει καμία αλλαγή στο καθήκον μου. Αυτό που αλλάζει –που έχει ήδη αλλάξει– είναι ο ρόλος που παίζει η αναφορά σε κάποιο προηγούμενο στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό, επομένως ο ρόλος της ιστορίας στο πρόγραμμα σπουδών των επαγγελματικών σχολών σχεδιασμού. Έχω ισχυρή άποψη για το θέμα αυτό, αλλά αυτή η ιστορία δεν έχει να κάνει με τους υπολογιστές· τουλάχιστον όχι τόσο πολύ.

– Martin Bressani. Αντίθετα με την τετριμμένη αντίληψη ότι οι εκπαιδευτικοί οφείλουν να προετοιμάζουν «ετοιμοπόλεμους» επαγγελματίες, βλέπω ότι ο ρόλος μας ως θεωρητικών και κριτικών είναι να βοηθήσουμε να εμπεδωθεί το ότι η ιστορία θα μπορούσε να είναι και αλλιώς, και να παραμείνουμε σκεπτικοί απέναντι σε μύθους προόδου. Δεν εννοώ να περιορίσουμε την πιθανότητα καινοτομίας, τεχνολογικής ή άλλης. Αλλά μια κριτική στάση μπορεί να αναπτυχθεί μόνο μέσω της ευαισθητοποίησης σχετικά με το πώς η φύση και ο πολιτισμός εμπλέκονται, ειδικά όταν υπάρχει μια ολοένα και πιο διάχυτη τηλεσκοπική ματιά του πολιτισμικού στο οικονομικό. Με αυτή την έννοια, δεν βλέπω το πώς και το γιατί η ψηφιακή στροφή θα άλλαζε κάτι, σε γενικό επίπεδο, στα καθήκοντά μας ως θεωρητικών. Η θεωρία είναι ένα εργαλείο μοντελοποίησης, που μας επιτρέπει να αδράξουμε τις διάφορες λογικές που δρουν στον σύγχρονο κόσμο, με την έλευση του ψηφιακού να είναι μια μόνο από αυτές, κι έτσι μας δίνει τη δυνατότητα να βρούμε χώρο δράσης εντός της δικής μας ευρύτερης κοινωνικής και οικονομικής τροχιάς. Η «τροχιά» είναι μια λέξη-κλειδί

εδώ, καθώς είναι αδύνατο να παραγάγουμε και να διατηρήσουμε γνώση χωρίς την κατανόηση της ιστορίας. Κι όμως, δεν είναι όλες οι μορφές ιστορικής ανάλυσης εξίσου χρήσιμες και αρμόζουσες σε μια δεδομένη στιγμή. Όπως η ιστορία είναι απαραίτητη για τη θεωρία, έτσι και η θεωρία μπορεί να επαναπροσδιορίζει το τι συνιστά ιστορική γνώση.

– Θεοδώρα Βαρδούλη. Έχοντας ακολουθήσει σπουδές σε τμήματα Αρχιτεκτονικής, Σπουδών Επιστήμης και Τεχνολογίας [Science and Technology Studies], και Πληροφορικής Επιστήμης [Computer Science], δίνω αξία στην προσέγγιση ενός θέματος μέσα από τη σκοπιά πολλαπλών επιστημονικών γλωσσών και παραδόσεων. Έχω επενδύσει σε έρευνα που βασίζεται στη διασταύρωση, στη συμβολή, στον κοινό τόπο. Όσον αφορά την ψηφιακή αρχιτεκτονική, θεωρώ ότι η έννοια του «κοινού τόπου» είναι μια χρήσιμη μεταφορά τόσο ιστορικά όσο και μεθοδολογικά. Συμπεριλαμβάνει την αναγνώριση ότι η ψηφιακή αρχιτεκτονική αναπτύχθηκε στην τομή διαφόρων επιστημικών εμπειριών και τρόπων τεχνικής κατάρτισης, αλλά επίσης ότι η σπουδή της θα έπρεπε να είναι αναντικατάστατα πολύγλωσση. Στη συλλογή κειμένων *Computer Architectures: Constructing the Common Ground*, που έχουμε επιμεληθεί με την Όλγα Τουλούμη, σκιαγραφούμε ένα σύνολο μεθοδολογικών τακτικών για το πώς να μελετήσει κανείς ιστορικά σχέσεις μεταξύ αρχιτεκτονικής και υπολογισμού.[47] Αποζητούμε έναν πολύγλωσσο χώρο [*polyglot space*] που μιλά και καταλαβαίνει πολλές γλώσσες, που μπορεί να υπάρξει μόνο ως πολλαπλότητα φωνών, αλλάζει κλίμακες εξέτασης και μεταβάλλει τη μορφή του. Η πρόσκληση εδώ είναι να σταματήσουμε την προσπάθεια θεωρητικοποίησης ή ιστορικής ερμηνείας της «ψηφιακής αρχιτεκτονικής» με μια αφήγηση, αλλά να κατασκευάσουμε ένα εκτεταμένο πεδίο ικανό να παράγει ερωτήσεις που οδηγούν σε νέα έρευνα και πρακτική.

Στη δική μου έρευνα, προσπαθώ να αναπτύξω μια κριτική και ιστορική προσέγγιση γύρω από μαθηματικές και αλγοριθμικές τεχνικές κλεισμένες στο «μαύρο κουτί» των ψηφιακών εργαλείων, να εκθέσω τις κουλτούρες στις οποίες έχουν εμπλακεί, και να εξετάσω τις θεωρητικές και πρακτικές τους επιπτώσεις στις διαδικασίες του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού. Κάθε αλγόριθμος, σε πολύ βασικό επίπεδο, είναι μια θεωρία της διαδικασίας. Εξιστορώ τη μαθηματικοποίηση και αλγοριθμοποίηση των αρχιτεκτονικών εννοιών και εργασιών που εκτυλίχθηκαν σε εγγύτητα με τους ψηφιακούς υπολογιστές, ώστε τελικά να εξερευνήσω το πώς οι αρχιτέκτονες, όπως λέει ο Michael Mahoney, «έχουν βάλει τη μερίδα του κόσμου τους μέσα στον υπολογιστή».[48]

Ως διδάσκουσα σε Σχολή Αρχιτεκτονικής, κάνω χρήση ψηφιακών εργαλείων για να εκθέσω τους φοιτητές σε ευρύτερες παραδόσεις υπολογιστικού και μαθηματικού λογισμού στην αρχιτεκτονική, με ή χωρίς ψηφιακούς υπολογιστές. Μέσα από κείμενα και ενεργές ασκήσεις σχεδιασμού, που τακτικά ανατρέπουν τις λογικές των αρχιτεκτονικών λογισμικών, στοχεύω να κάνω τα ψηφιακά εργαλεία πιο διάφανα για τους φοιτητές και να τους βοηθήσω να αναπτύξουν προθέσεις και ερωτήματα προς και γύρω από αυτά. Με άλλα λόγια, οι φοιτητές αναπτύσσουν δεξιότητες στη διαχείριση του λογισμικού, αλλά δεν προσεγγίζουν το λογισμικό με τη νοοτροπία της απόκτησης δεξιοτήτων. Στο εργαστήριο σύνθεσης [design studio], αντλώ από παραδόσεις μορφολογικών συστημάτων και γενετικού σχεδιασμού στην τέχνη και την αρχιτεκτονική, με τη διαφορά ότι εστιάζω στις δυνατότητες που προκύπτουν όταν ένας υπολογισμός εκτελείται από ανθρώπινο «υπολογιστή» ικανό για αντιληπτική, αναλογική, αφηγηματική ερμηνεία των κανόνων του και των αποτελεσμάτων τους· όταν ένας υπολογισμός ανοίγεται στη δημιουργική κλίση και την ασάφεια.

Εφορμώμενο από την έρευνα και τη διδασκαλία μου είναι το εργαστήριό μου, το Computational Design Exploratory [CoDEx]: ένα ερευνητικό εργαστήριο που εστιάζει στον σχεδιασμό και την παρασκευή αντικειμένων που εκθέτουν τη λειτουργία διαφόρων τεχνικών ψηφιακού σχεδιασμού. Απομυθοποιώ το ψηφιακό ως μια από τις διάφορες τεχνικές της αρχιτεκτονικής, ώστε να αφήσω χώρο για νέες αναζητήσεις. Πρώτα απομυθοποίηση, μετά επαναμάγευση.

– Reinhold Martin. Εδώ και κάποια χρόνια, διδάσκω ένα μάθημα στη Μεταπτυχιακή Σχολή Αρχιτεκτονικής, Πολεοδομίας, και Συντήρησης του Πανεπιστημίου Columbia, που λέγεται «Αρχιτεκτονική Οπτικοποίηση από το 1900». Ακολουθώντας γραμμές σκέψης που ανέφερα παραπάνω, και επεκτεινόμενος αρκετά πέρα από την ιστορία της υπολογιστικοποίησης, έχω καταλήξει με τα χρόνια να θεωρώ αυτό το μάθημα ως μια ιστορία της αρχιτεκτονικής νεωτερικότητας, όπως εκτυλίχθηκε στη διάρκεια του 20ού αιώνα σε διάφορες συνθήκες ανά τον κόσμο. Αυτό διαφέρει από ένα μάθημα ας πούμε για τον αρχιτεκτονικό μοντερνισμό και τις τεχνολογίες αναπαράστασης, καθώς εξετάζουμε επιπλέον για παράδειγμα και αντι-μοντερνιστικά έργα, όπως τα σχέδια του Edwin Lutyens για το Βρετανικό Αυτοκρατορικό συγκρότημα στο Νέο Δελχί, την περίοδο του Γερμανικού

Μπάουχαους. Αυτό μας διευκολύνει να διερωτηθούμε: ποιο είναι πιο ξεκάθαρο έμβλημα της αρχιτεκτονικής νεωτερικότητας, μια μικρή ακαδημία τέχνης στην Βαϊμάρη ή ένα μνημείο της καταληκτικής φάσης του Ευρωπαϊκού ιμπεριαλισμού; Αυτού του τύπου η σκέψη επιτρέπει επίσης να αναθεωρήσουμε συγκριτικά έργα της μοντερνιστικής «νέας μνημειακότητας», όπως το Καπιτώλιο του Charles-Édouard Jeanneret στην Τσάντιγκαρ, σχεδιασμένο μαζί με τους Jane Drew, Maxwell Fry και πολλούς άλλους, από την άποψη του καταμερισμού εργασίας που συνεπάγεται, συμπεριλαμβανομένης της εργασίας ενός νεαρού Balkrishna Doshi ως μέλους της σχεδιαστικής ομάδας, και τη σωματική εργασία γυναικών στο εργοτάξιο, οι οποίες είναι ορατές στις δημοσιευμένες φωτογραφίες του Jeanneret (όπως κατέδειξε ο Vikramaditya Prakash). Με την εννοιολογική σημασία της ψηφιακής (και αναλογικής) «υπογραφής» κατά νου, συνιστά δήλωση η επιλογή μου να κάνω χρήση του «πραγματικού» ονόματος του Jeanneret, αντί για το επαγγελματικό του ψευδώνυμο –τον ημι-μυθιστορηματικό υπερ-ήρωα Le Corbusier– με στόχο να σημειώσω κάποιες από τις δυναμικές που υπονόησα παραπάνω.

Εν ολίγοις, σε αυτό το μάθημα, όπως και αλλού, διαχειρίζομαι την ιστορία της αρχιτεκτονικής ως μια κοινωνικά και πολιτικά ενσωματωμένη μορφή ιστορίας των μέσων. Υπό τον υπότιτλο «Η Υπολογιστοποίηση Παίρνει τον Έλεγχο» [Computerization Takes Command] για παράδειγμα, ξεκινώντας από το στοιχειώδες γεγονός ότι οι υπολογιστές υπολογίζουν ως υποσύνολο του γεγονότος ότι τα μέσα μεσολαβούν, βρίσκουμε υλικό τόσο ετερογενές όσο διαφημίσεις του Autocad σε επαγγελματικά περιοδικά στη δεκαετία του 1980, προσπάθειες την ίδια περίοδο από μεγάλες εταιρικές επιχειρήσεις όπως οι Skidmore, Owings & Merrill (SOM) και Hellmuth, Obata & Kassabaum (HOK), να γράψουν το δικό τους λογισμικό, και τις μεταγενέστερες, κάπως παράδοξες απόπειρες ακαδημαϊκών επιχειρηματιών να εκμεταλλευτούν πλατφόρμες όπως οι Maya και Softimage σε καθοριστικές για την καριέρα αντι-συγγραφικές «υπογραφές». Οι σπουδαστές αρχιτεκτονικής, που μαθαίνουν να χρησιμοποιούν και να πειραματίζονται με νέα εργαλεία hardware στα εργαστήρια σύνθεσης, συνεισφέρουν με μεγάλη διορατικότητα και γνώση στη συζήτηση αυτών των θεμάτων. Προσπαθώ να μάθω από αυτούς, την ίδια στιγμή που προσπαθώ να ιστορικοποιήσω τους μύθους που διδάσκονται, οι οποίοι τώρα πια δεν κυκλοφορούν μόνο σε αναλογικές μορφές, σε αίθουσες διδασκαλίας και εργαστήρια σύνθεσης, αλλά και ψηφιακά, σε διάφορες διαδικτυακές πλατφόρμες και στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης. Αυτό είναι το καθήκον του ιστορικού –να ιστορικοποιεί– αλλά πρέπει να προσέχουμε ώστε να μην αναπαράγουμε απλά τις κατηγορίες και τα πλαίσια που μας έδωσαν οι επαγγελματίες συνάδελφοί μας. Ως ταπεινοί εκπρόσωποι των κατώτερων, φιλοσοφικών πεδίων, ανάμεσα στα υψηλότερα που είναι προσανατολισμένα θεολογικά και επαγγελματικά,[49] το χρωστάμε επίσης σε όποια απομεινάρια του λόγου του Διαφωτισμού, να παρέχουμε στους εαυτούς μας, τους αναγνώστες μας και στους σπουδαστές μας τα εργαλεία ώστε να μπορούν να επιχειρηματολογούν, και όχι πάντα (όπως θα έλεγε ο Καντ) να υπακούουν.

Παραπομπές

[22] Patrick Schumacher, “Arguing for Elegance,” στο Helen Castle, Ali Rahim & Hina Jamelle (επιμ.), *Elegance, Architectural Design* [AD], τ. 77, τευχ. 1, 2007, σελ. 28-37.

[23] Για παράδειγμα.: Iman Moradi (επιμ.), *Glitch: Designing Imperfection*, New York : Mark Batty Publisher, 2009· Rosa Meckman, *The Glitch Moment(um),* Institute of Network Cultures, 2011· Peter Krapp, *Noise Channels: Glitch and Error in Digital Culture*, University of Minnesota Press, 2011.

[24] Για παράδειγμα: Betti Marenko, “The un-designability of the virtual. Design from problem-solving to problem-finding,” στο G. Sade, G. Coombs, & A. McNamara (επιμ.), *Un Design*. London: Bloomsbury Continuum, 2016.

[25] George Stiny, James Gips, *Algorithmic Aesthetics: Computer Models for Criticism and Design in the Arts*. Berkeley, Cal., University of California Press, 1978.

[26] Steadman, 1983, ο.π. 21.

[27] Greg Lynn, *Animate Form*, New York, Princeton Architectural Press, 1999.

[28] Alma Steingart, “The Axiomatic Aesthetic,” in Theodora Vardouli και Olga Touloumi (επιμ.), *Computer*

Architectures: Constructing the Common Ground, Milton Park, Abingdon, Oxon / New York, Routledge (Research in Design, Technology and Society Series), 2020.

[29] Paul Erickson, Judy L. Klein, Lorraine Daston, Rebecca Lemov, Thomas Sturm, and Michael D. Gordin, *How Reason Almost Lost Its Mind: The Strange Career of Cold War Rationality* (2013), University Of Chicago Press, 2015.

[30] Σημείωση του μεταφραστή: Ο Martin Bressani αναφέρεται εδώ στην έρευνά του πάνω στην αρχιτεκτονική "ατμόσφαιρα" (atmosphere) ή "κλίμα" (ambiance) και την ανάπτυξη της έννοιας του εσωτερικού χώρου στην αρχιτεκτονική.

[31] Eva Franch i Gilabert, Ana Milijački, Ashley Schafer, Michael Kubo (επιμ.), *OfficeUS Atlas*, Zurich: Lars Müller Publishers, 2017.

[32] Peggy Deamer, "BIM and Contemporary Labor – Pidgin 15", 2012 [online: http://www.peggydeamer.com/images/bim/pidgin.pdf].

[33] Carrie S. Dossick, Gina Neff, "Messy Talk and Clean Technology: Communication, Problem-Solving and Collaboration Using Building Information Modelling," στο *Engineering Project Organization Journal*, τ. 1, τευχ. 2, σελ. 83-93.

[34] Lev Manovich, *The Language of New Media,* Cambridge, Mass., The MIT Press, 2001.

[35] Carpo, 2011, ο.π. 6.

[36] Robert David Steele, *The Open-Source Everything Manifesto: Transparency, Truth, and Trust*, Evolver Editions / North Atlantic Books, 2012.

[37] Clay Shirky, *Here Comes Everybody: The Power of Organizing without Organizations*, New York, Penguin Press, 2008.

[38] Vardouli, Theodora, Leah Buechley, "Open Source Architecture: An Exploration of Source Code and Access in Architectural Design," στο *Leonardo*, 2012, σελ. 1-10.

[39] Walter Gropius, "Computers for Architectural Design", παρουσίαση στο Συνέδριο "Architecture and the Computer", Boston, Boston Architectural Center, 1964. New York, Columbia University, Serge Chermayeff Archive, Avery Archive.

[40] Joseph Carl Robnett Licklider, "Man-Computer Symbiosis," στο *IRE Transactions on Human Factors in Electronics,* HFE-1, 1960, σελ. 4-11.

[41] Douglas Engelbart, "Augmenting Human Intellect," στο *SRI Summary Report AFOSR-3223*, 1962.

[42] Nicholas Negroponte, *The Architecture Machine: Toward a More Human Environment*, Cambridge, Mass., The MIT Press, 1970.

[43] Yona Friedman, "Information Processes for Participatory Design," στο Nigel Cross (επιμ.), *Design Participation: Proceedings of the Design Research Society's Conference, Manchester, September* 1971, London, Academy Editions, 1972, σελ. 45-50.

[44] Nicholas Negroponte, *Soft Architecture Machines*, Cambridge, Mass., The MIT Press, 1975.

[45] Στο ίδιο.

[46] Herbert Simon, *The Sciences of the Artificial* (1968), Cambridge, Mass., The MIT Press, 1996.

[47] Βλ. υποσημείωση 29.

[48] Michael S. Mahoney, "What Makes the History of Software Hard," στο *IEEE Annals of the History of Computing*, τ. 30, 2008, τευχ. 3, σελ. 8-18.

[49] Σημείωμα του μεταφραστή: Η αναφορά είναι στην «ανωτερότητα» των θεολογικών και επαγγελματικών σχολών στην ιστορία του πανεπιστημίου.

Martin Bressani
Ο Martin Bressani είναι Καθηγητής (William C. Macdonald) και Διευθυντής της Σχολής Αρχιτεκτονικής Peter Guo-hua Fu του Πανεπιστημίου McGill. Είναι ο συγγραφέας της μονογραφίας του Γάλλου αρχιτέκτονα και θεωρητικού Eugène-Emmanuel Viollet-le-Duc, Architecture and the Historical Imagination: Eugène-Emmanuel Viollet-le-Duc (Ashgate, 2014), και συν-εκδότης των *Gothic Revival Worldwide. A.W.N. Pugin's Global Influence* (Leuven University Press, 2017) και *The Companions to the History of Architecture – Nineteenth-Century Architecture* (Wiley Blackwell, 2017). Έχει συνεισφέρει σε δοκίμια και άρθρα σε πολλά βιβλία και πανεπιστημιακά περιοδικά.

Mario Carpo
Ο Mario Carpo είναι Καθηγητής Αρχιτεκτονικής Θεωρίας και Ιστορίας [έδρα Reyner Banham] στη Bartlett, University College London. Η έρευνα και οι δημοσιεύσεις του εστιάζουν στη σχέση ανάμεσα στην αρχιτεκτονική θεωρία, την πολιτισμική ιστορία και την ιστορία των μέσων επικοινωνίας και τεχνολογιών της πληροφορίας. Το βιβλίο του *Architecture in the Age of Printing* (2001) έχει μεταφραστεί σε πολλές γλώσσες. Τα πιο πρόσφατα βιβλία του είναι *The Second Digital Turn: Design Beyond Intelligence* (2017), *The Alphabet and the Algorithm, a history of digital design theory* (2011); και *The Digital Turn in Architecture*, 1992-2012, an AD Reader.

Reinhold Martin
Ο Reinhold Martin είναι Καθηγητής Αρχιτεκτονικής στο Graduate School of Architecture, Planning, and Preservation του Πανεπιστημίου Columbia, όπου διευθύνει το Temple Hoyne Buell Center for the Study of American Architecture. Το πιο πρόσφατο βιβλίο του, *Knowledge Worlds: A Media History of the Modern University*, θα δημοσιευτεί από το Columbia University Press.

Antoine Picon
Ο Antoine Picon διδάσκει ιστορία της αρχιτεκτονικής στο Graduate School of Design του Πανεπιστημίου Harvard. Είναι επίσης διευθυντής έρευνας στην École nationale des ponts et chaussées και πρόεδρος της Fondation Le Corbusier. Το πρόσφατο έργο του αφορά την αρχιτεκτονική και την πόλη στην ψηφιακή εποχή. Είναι συγγραφέας του *Digital Culture in Architecture* (Bâle, Birkhäuser, 2010), *Ornament: the Politics of Architecture and Subjectivity* (Chichester, Wiley, 2013 et Lausanne, Presses polytechniques et universitaires romandes, 2017 για τη γαλλική μετάφραση), S*mart Cities: A Spatialised Intelligence* (Chichester, Wiley, 2015), *La Matérialité de l'architecture* (Marseille, Éditions Parenthèses, 2018).

Θεοδώρα Βαρδούλη
Η Θεοδώρα Βαρδούλη (PhD'17 Massachusetts Institute of Technology) είναι Επίκουρη Καθηγήτρια της Σχολής Αρχιτεκτονικής Peter Gua-hua Fu του Πανεπιστημίου McGill. Η έρευνά της εστιάζει σε ιστορίες και πρακτικές υπολογιστικών τεχνικών στην αρχιτεκτονική. Τα άρθρα της έχουν δημοσιευθεί στο *IEEE Annals of the History of Computing, Nexus Network Journal, Perspective, Design Studies, Leonardo*, και σε διάφορες συλλογές κειμένων. Είναι επιμελήτρια, με την Όλγα Τουλούμη, της έκδοσης *Computer Architectures: Constructing the Common Ground* (Routledge 2020) και δουλεύει στο βιβλίο *Graph Vision: Digital Architecture's Skeletons*, ένα βιβλίο που τοποθετεί την εισαγωγή των ηλεκτρονικών υπολογιστών στην αρχιτεκτονική σε μεταπολεμικές αρχιτεκτονικές και μαθηματικές κουλτούρες αφαίρεσης.