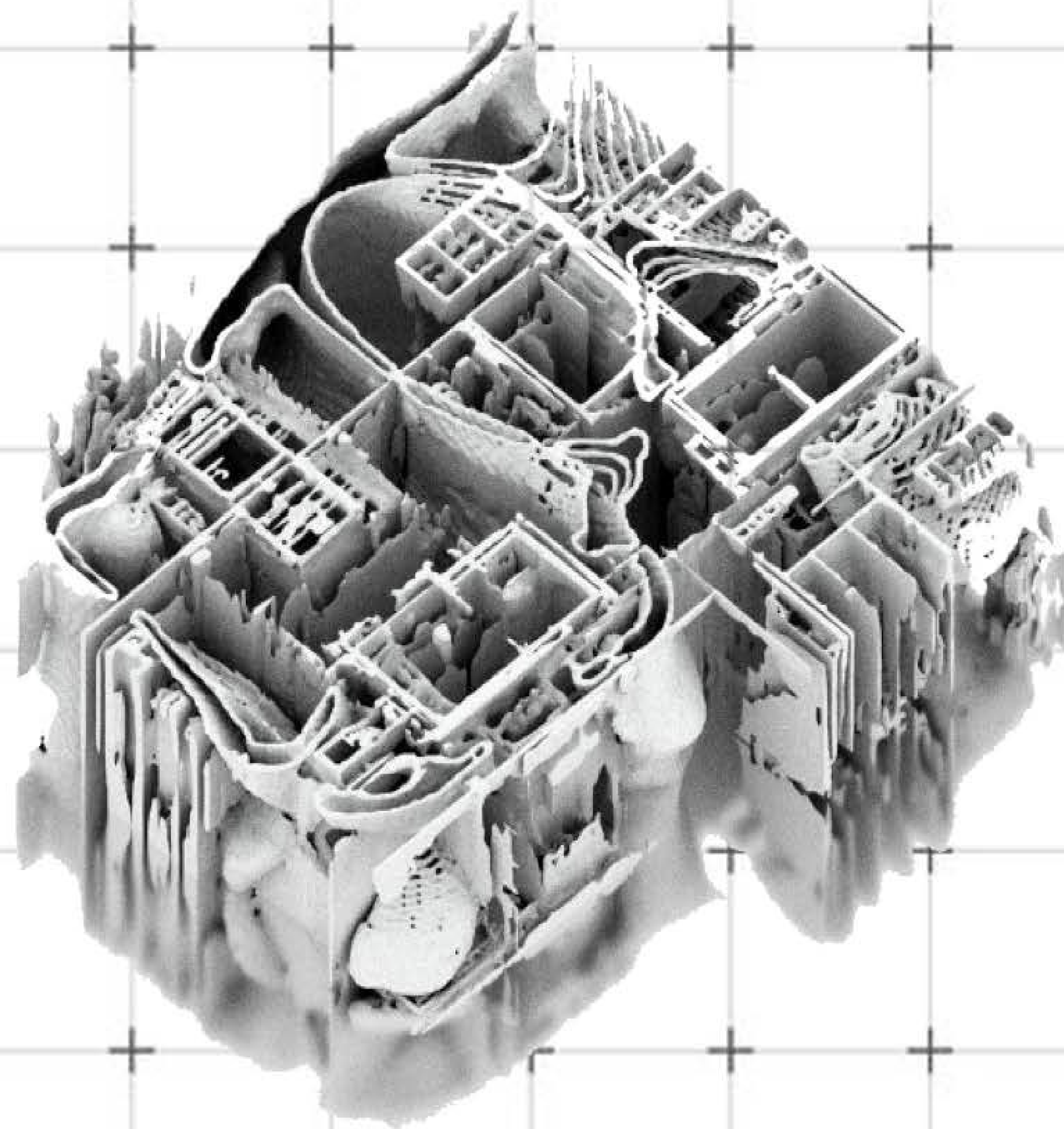


ArchiGANs

ΑΛΓΟΡΙΘΜΙΚΕΣ ΤΥΠΟΛΟΓΙΕΣ ΣΤΗΝ ΣΥΝΘΕΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

ΣΥΜΕΩΝΙΔΟΥ ΒΑΣΙΛΕΙΑ-ΣΜΑΡΑΔΓΗ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ ΞΑΝΘΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ, 2023

ArchiGAN: ALGORITHMIC TYPOLOGIES IN THE DESIGN PROCESS

εύρεση προτύπων

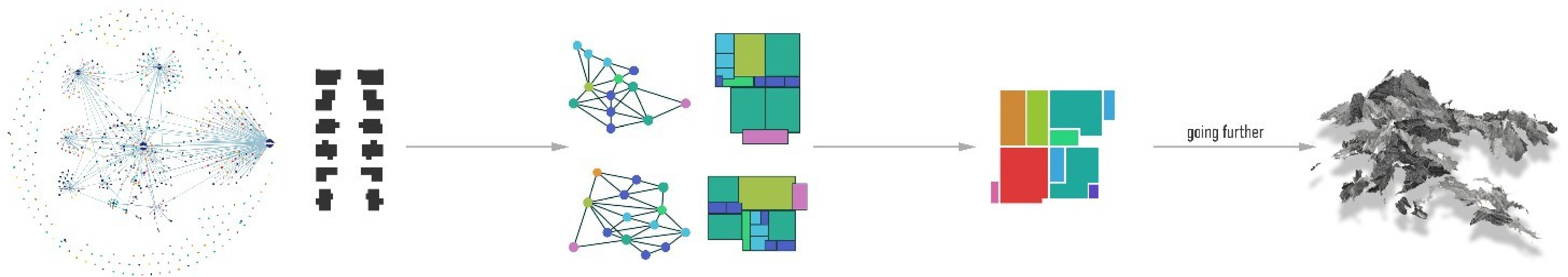
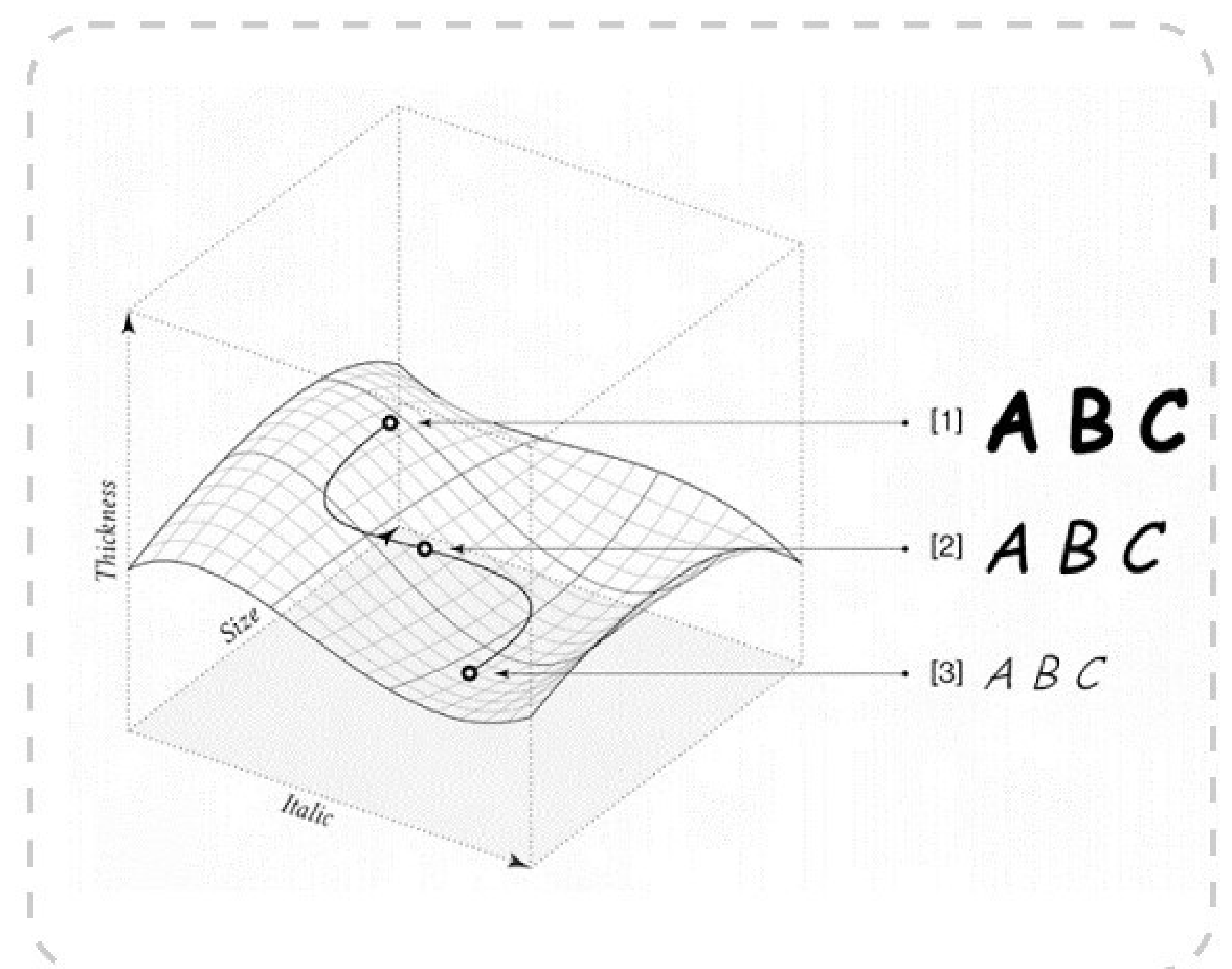
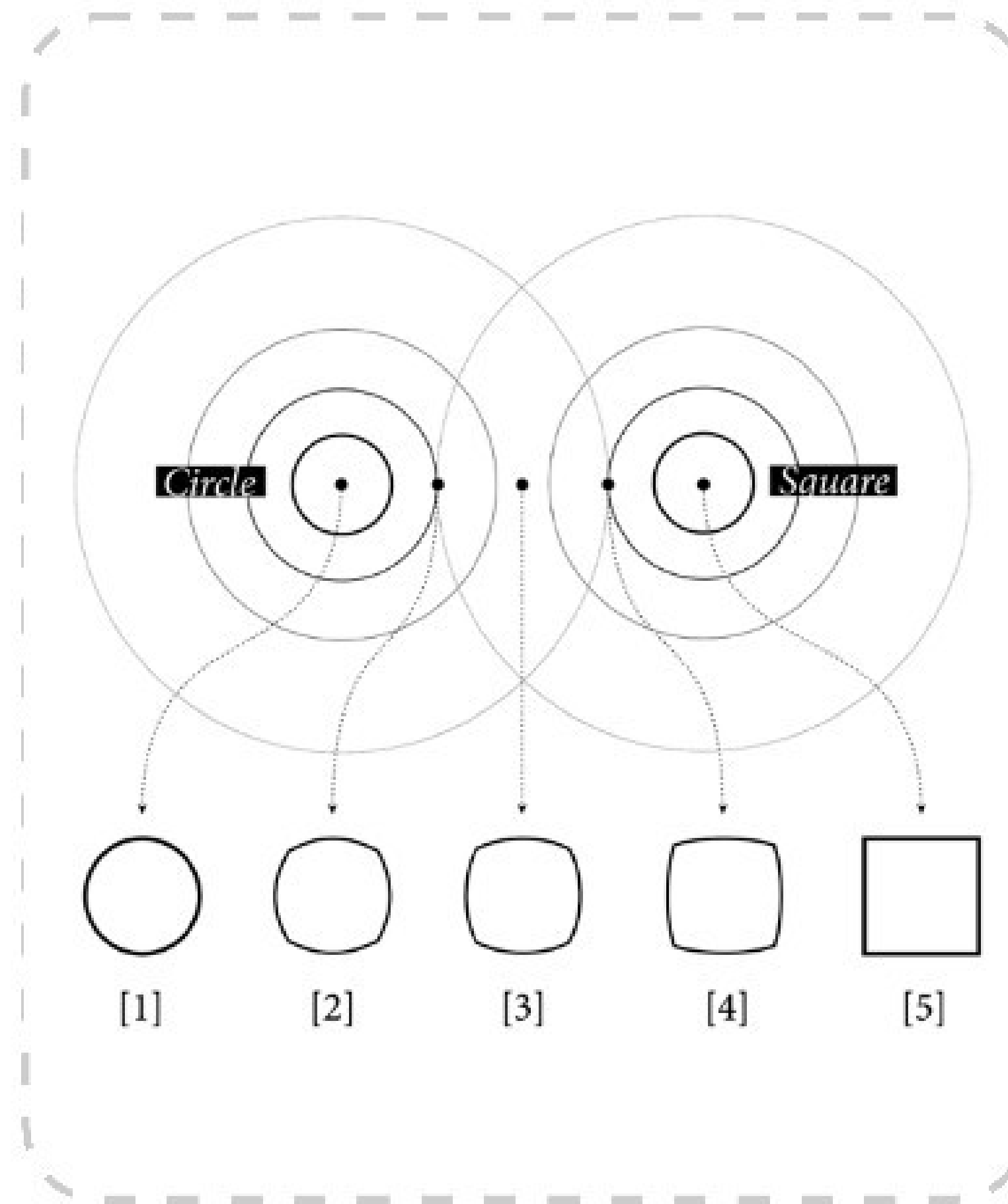
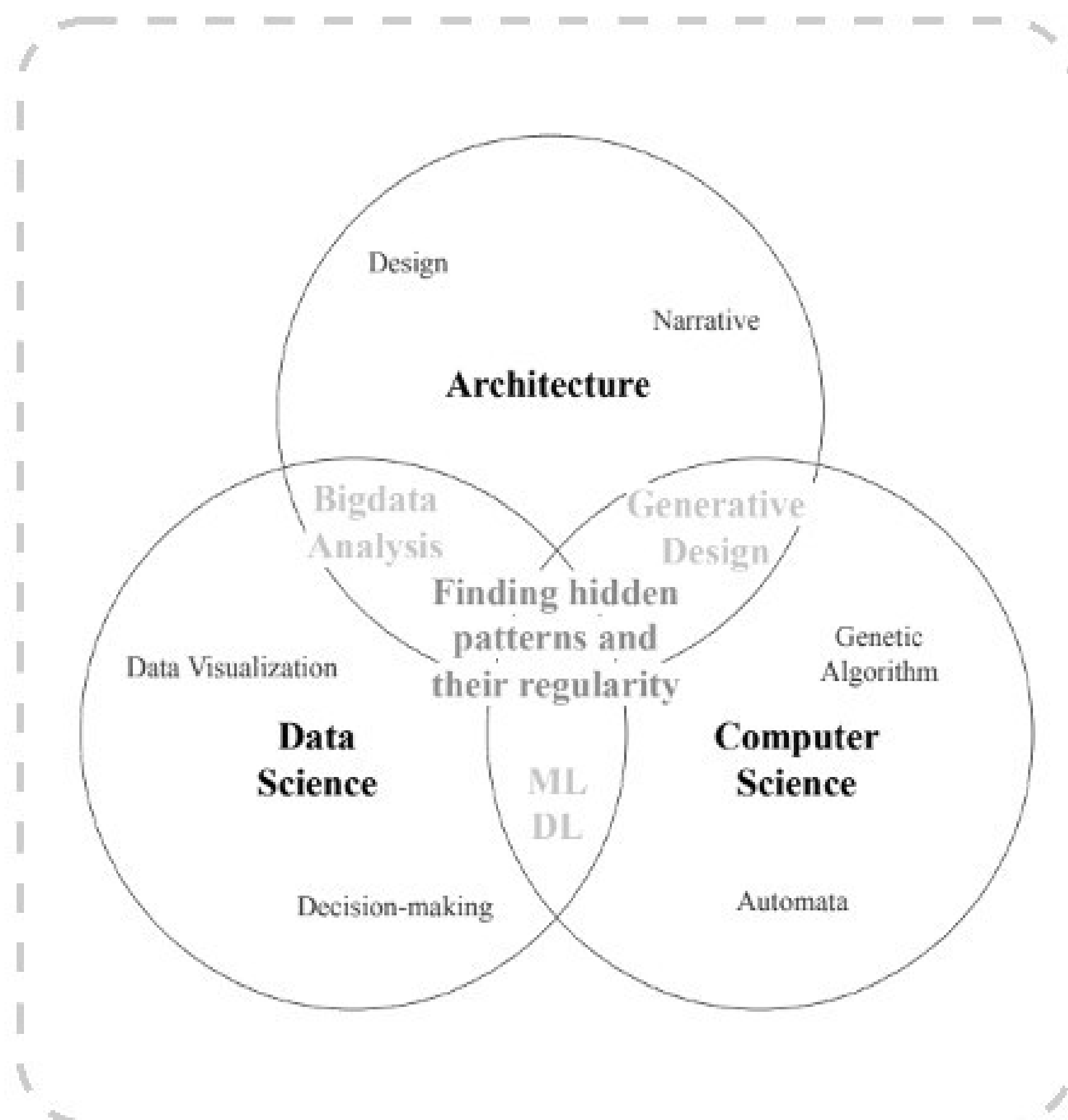
εκμάθηση χαρακτηριστικών

απλοποίηση αναπαραστάσεων

σημασιολογικές περιγραφές

εκπαίδευση δεδομένων

λανθάνων χώρος



Μπορούμε απο εκπαιδευμένα εικονογραφικά δεδομένα να παράξουμε εικόνα που φέρει αρχιτεκτονικό νόημα

τρόπος

Κωδικοποιώντας τα αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά (features) και αποκωδικοποιώντας την μορφή τους μέσα απο τεχνικές T.N.

μέσο

Ανάπτυξη νευρωνικού δικτύου (GAN) και αξιολόγηση των παραγόμενων αποτελεσμάτων

ΔΙΑΤΥΠΩΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

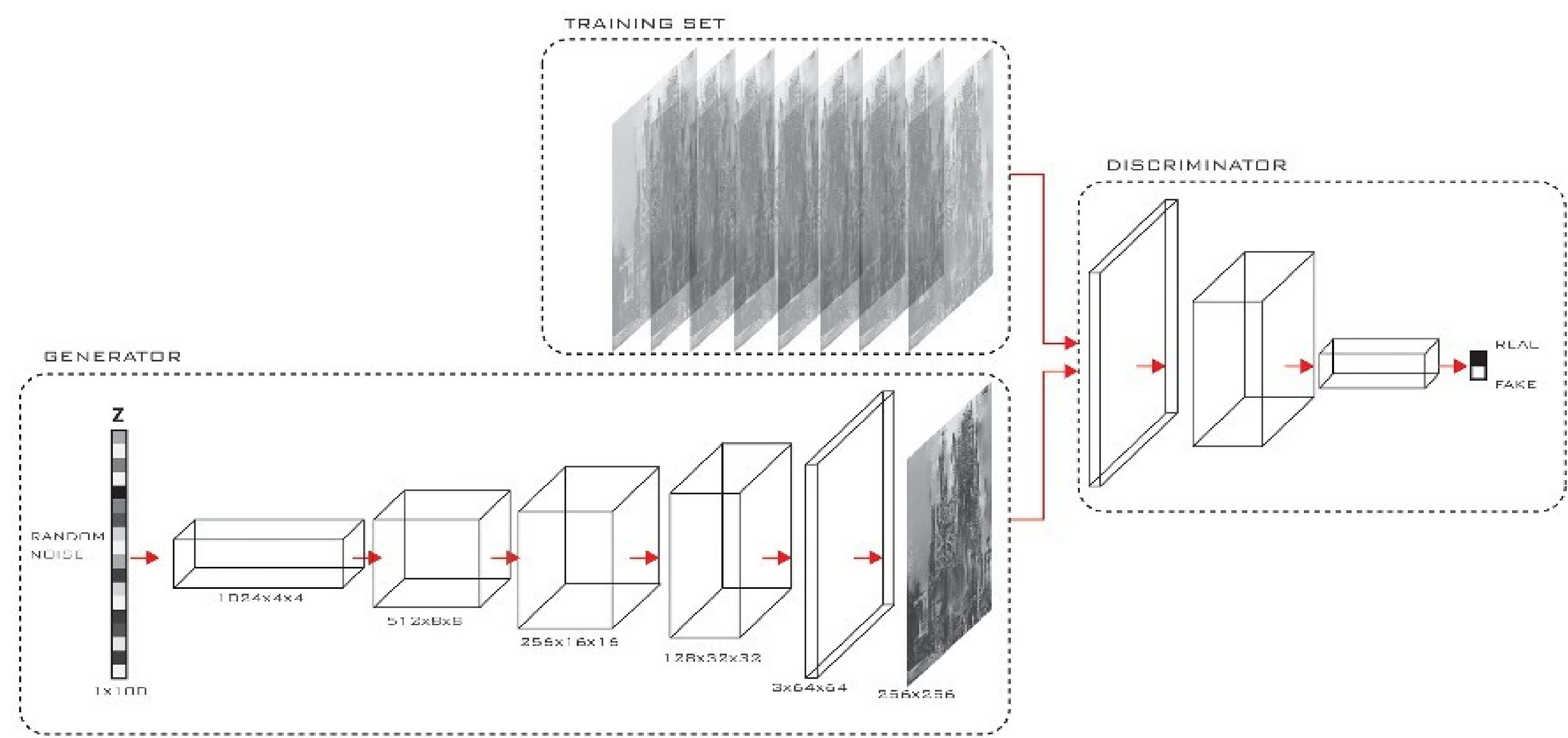
Η εργασία στοχεύει στην ανάπτυξη ενός GAN που λαμβάνει έναν αρχιτεκτονικό περιορισμό ως είσοδο με την μορφή γραφήματος φυσαλίδων και παράγει ένα σύνολο οριοθετημένων πλαισίων δωματίων, ευθυγραμμισμένα σε άξονα.

Σε αυτό το γράφημα, κάθε δωμάτιο αναπαρίσταται ως κόμβος και ο τύπος του δωματίου είναι ενσωματωμένος ως σημασιολογική περιγραφή στον ίδιο τον κόμβο. Η χωρική γειτνίαση αναπαρίσταται ως ακμή μεταξύ αυτών.

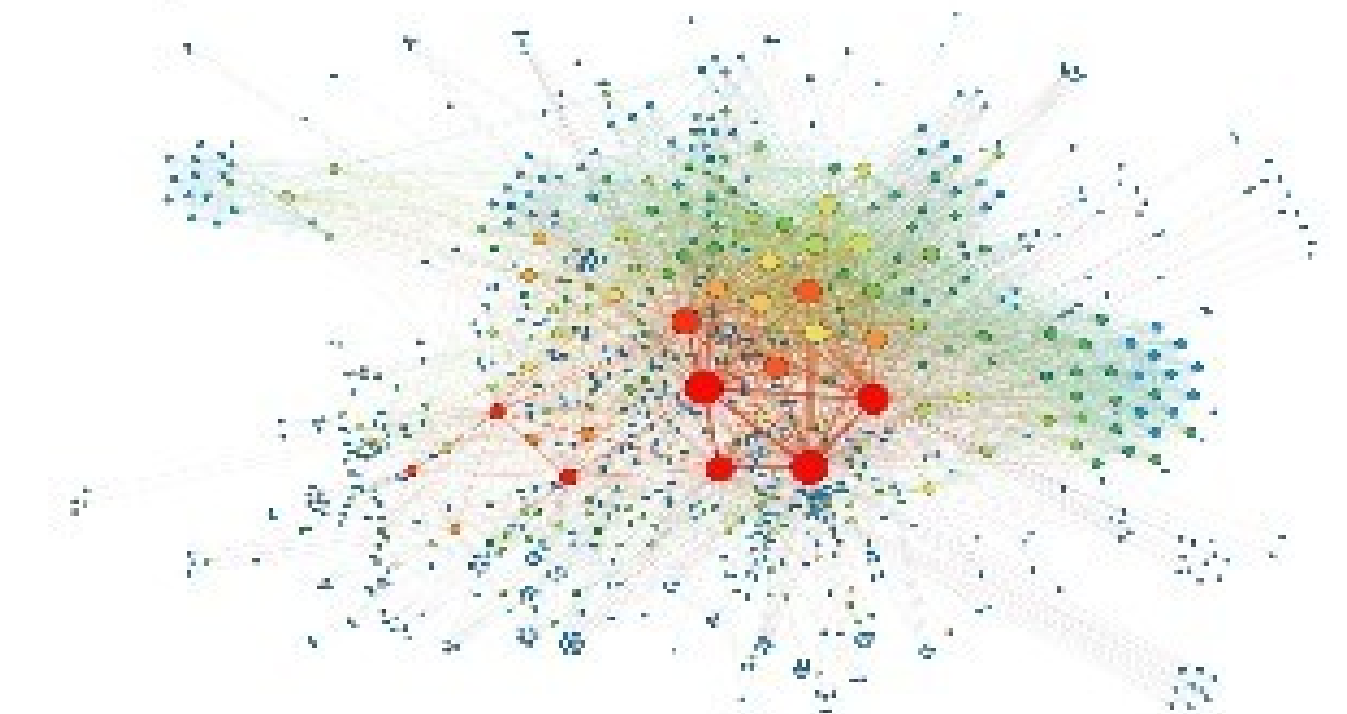
Στόχος είναι η παρατήρηση της ποιότητας των παραγόμενων αποτελεσμάτων, χρησιμοποιώντας τρεις μετρήσεις: τον ρεαλισμό, την ποικιλομορφία και τη συμβατότητα με τον περιορισμό του γραφήματος εισόδου, καθώς και η αξιολόγηση του αρχιτεκτονικού «αποτυπώματος» στην παραπάνω γενετική-συνθετική διαδικασία

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΠΙΛΥΣΗΣ

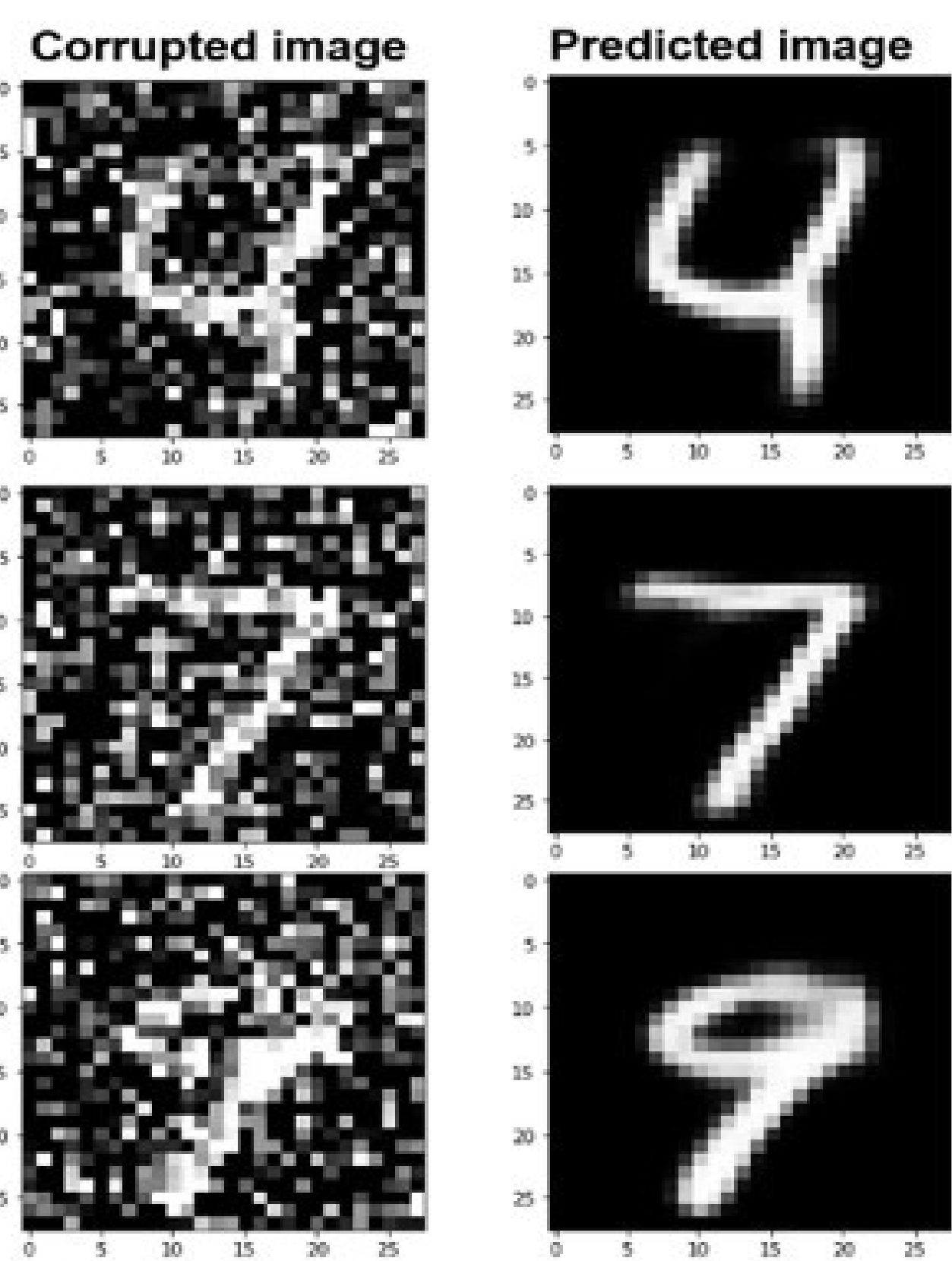
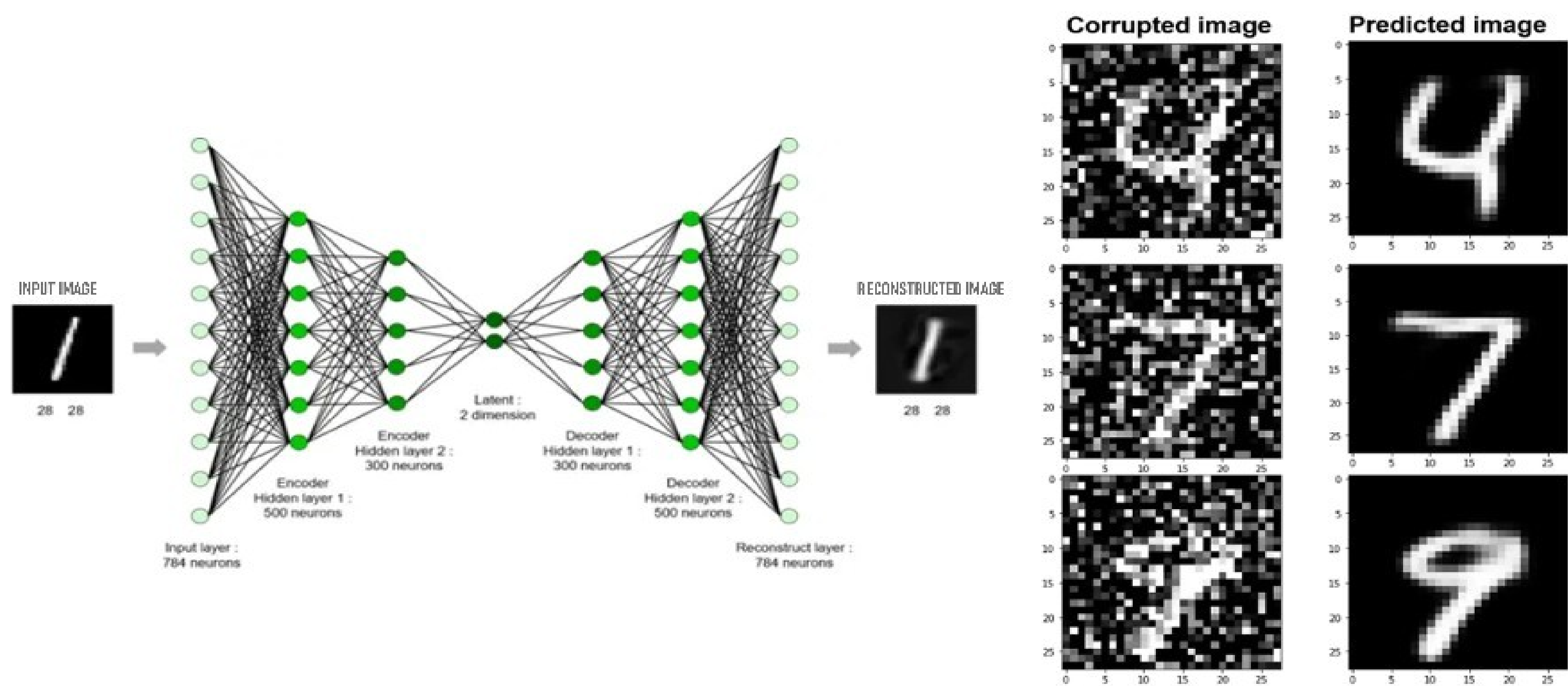
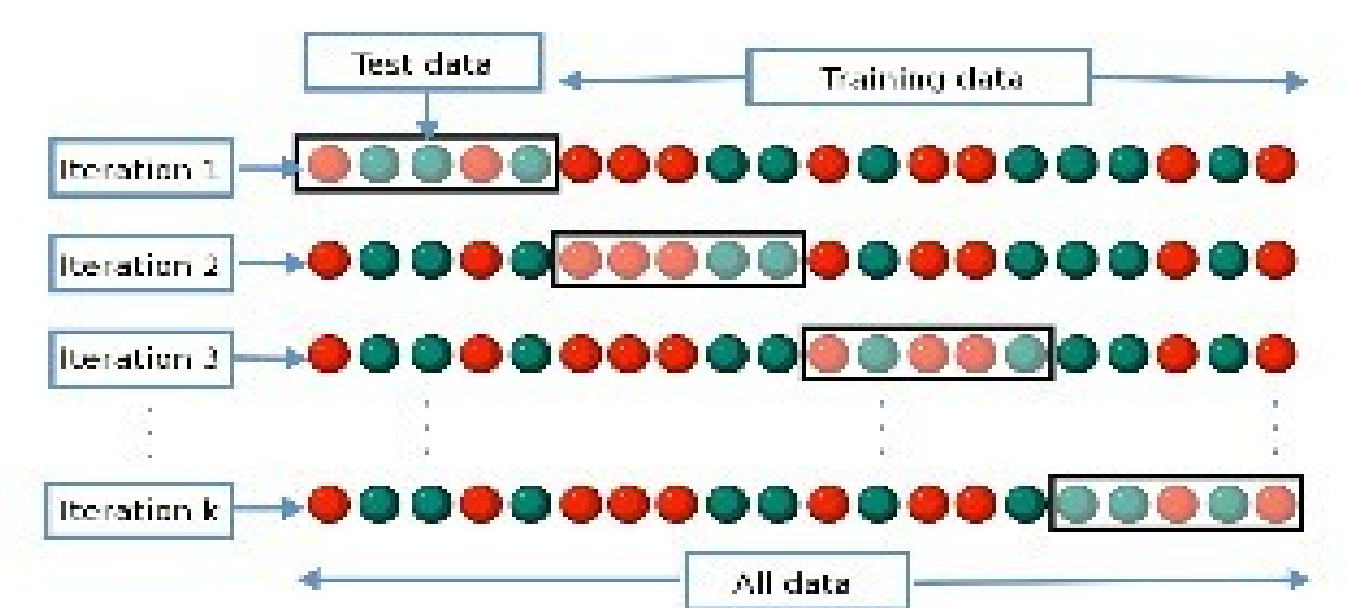
ΒΗΜΑ_1: ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ DATASET/ ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ



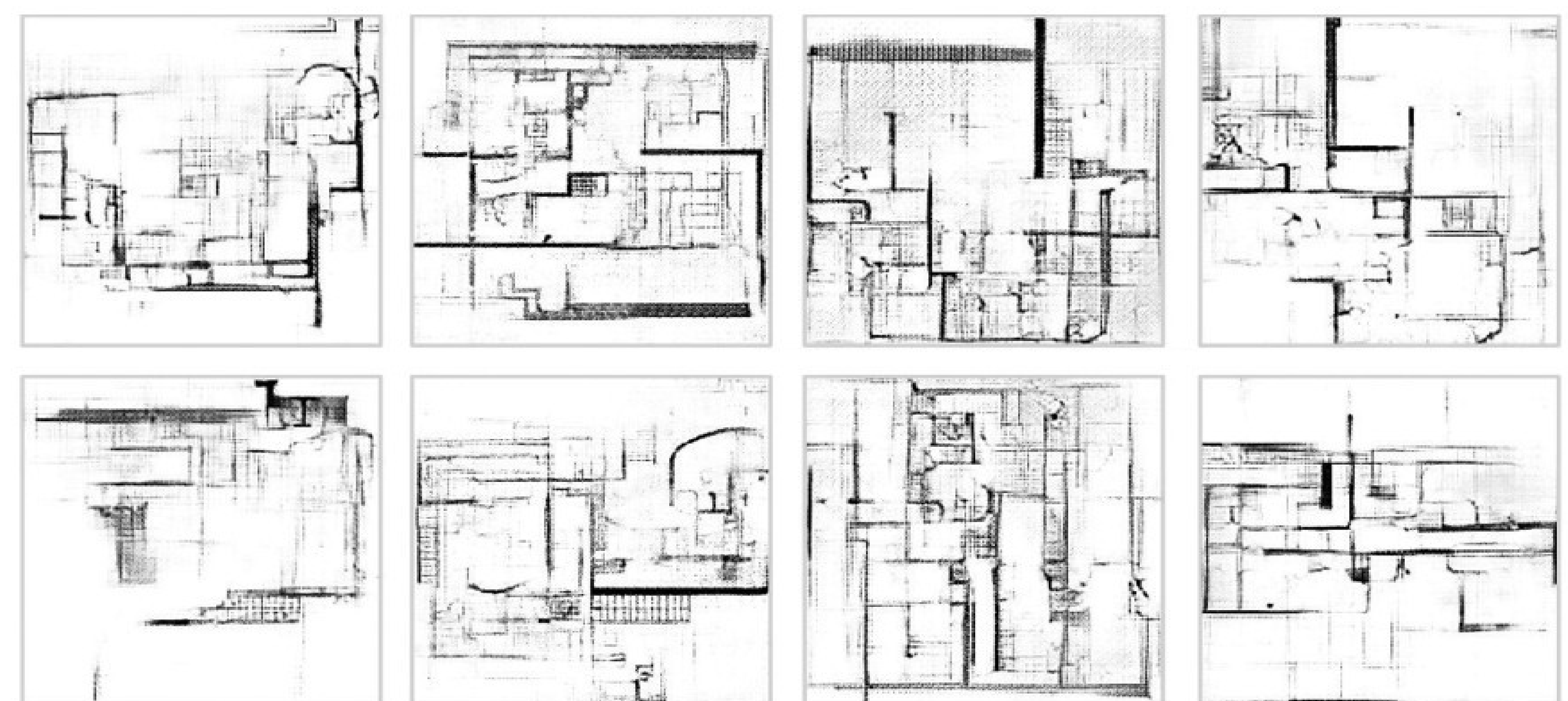
Συλλογή και επιμέλεια των δεδομένων που τίθενται προς εκπαίδευση. Στο συγκεκριμένο μοντέλο χρησιμοποιήθηκε η βάση δεδομένων CubiCasa5K, αποτελούμενη από 5000 σχολιασμένα δείγματα, από τα οποία εξορύχθηκαν και διαμορφώθηκαν κατάλληλα τα 1,471.



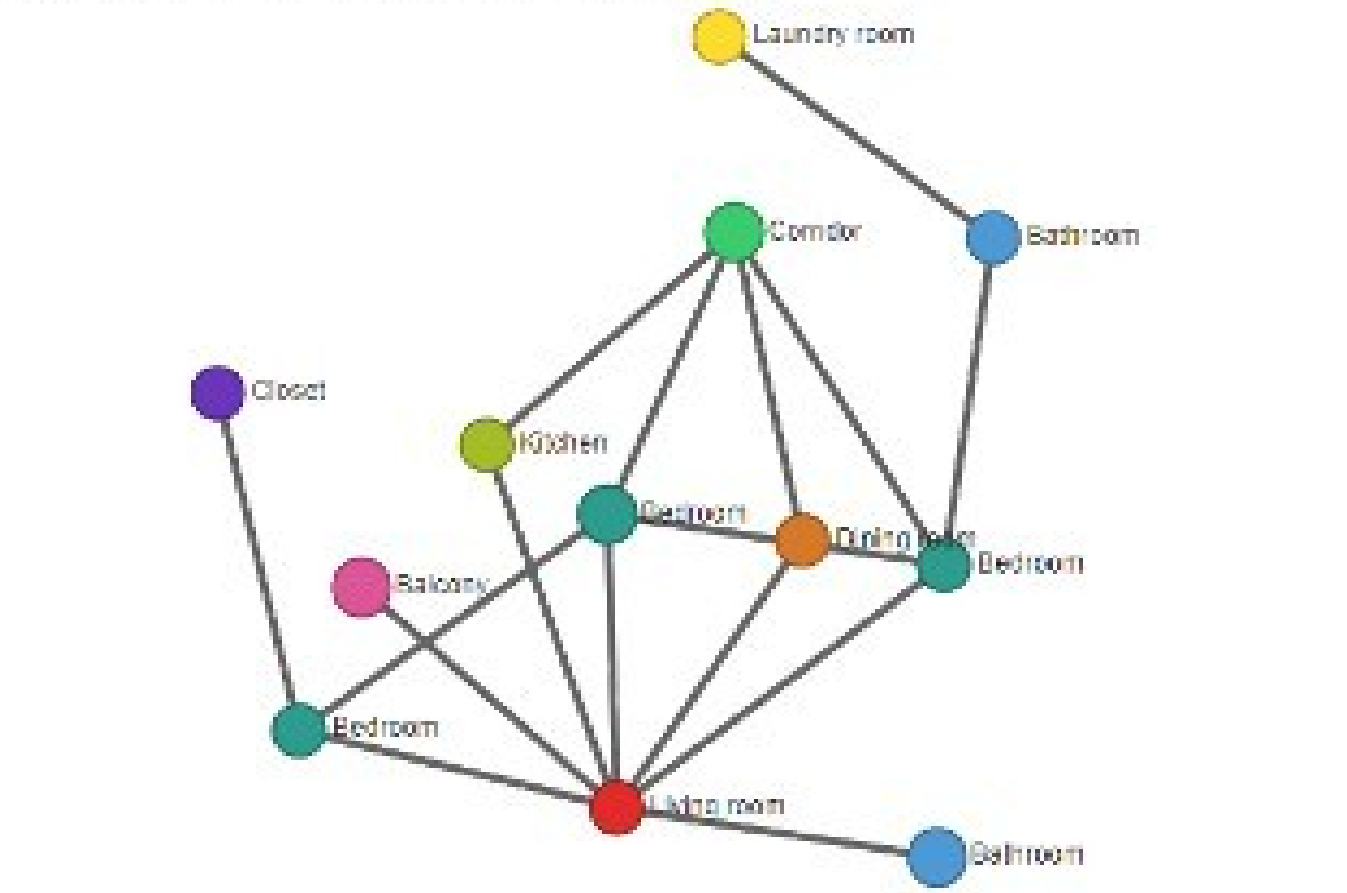
Κατηγοριοποίηση των δειγμάτων σε πέντε ομάδες βάσει του αριθμού των δωματίων και εφαρμογή κριτηρίων ελέγχου για τον υπολογισμό της αποτελεσματικότητας του μοντέλου ταξινόμησης (k-fold cross validation, k=5)



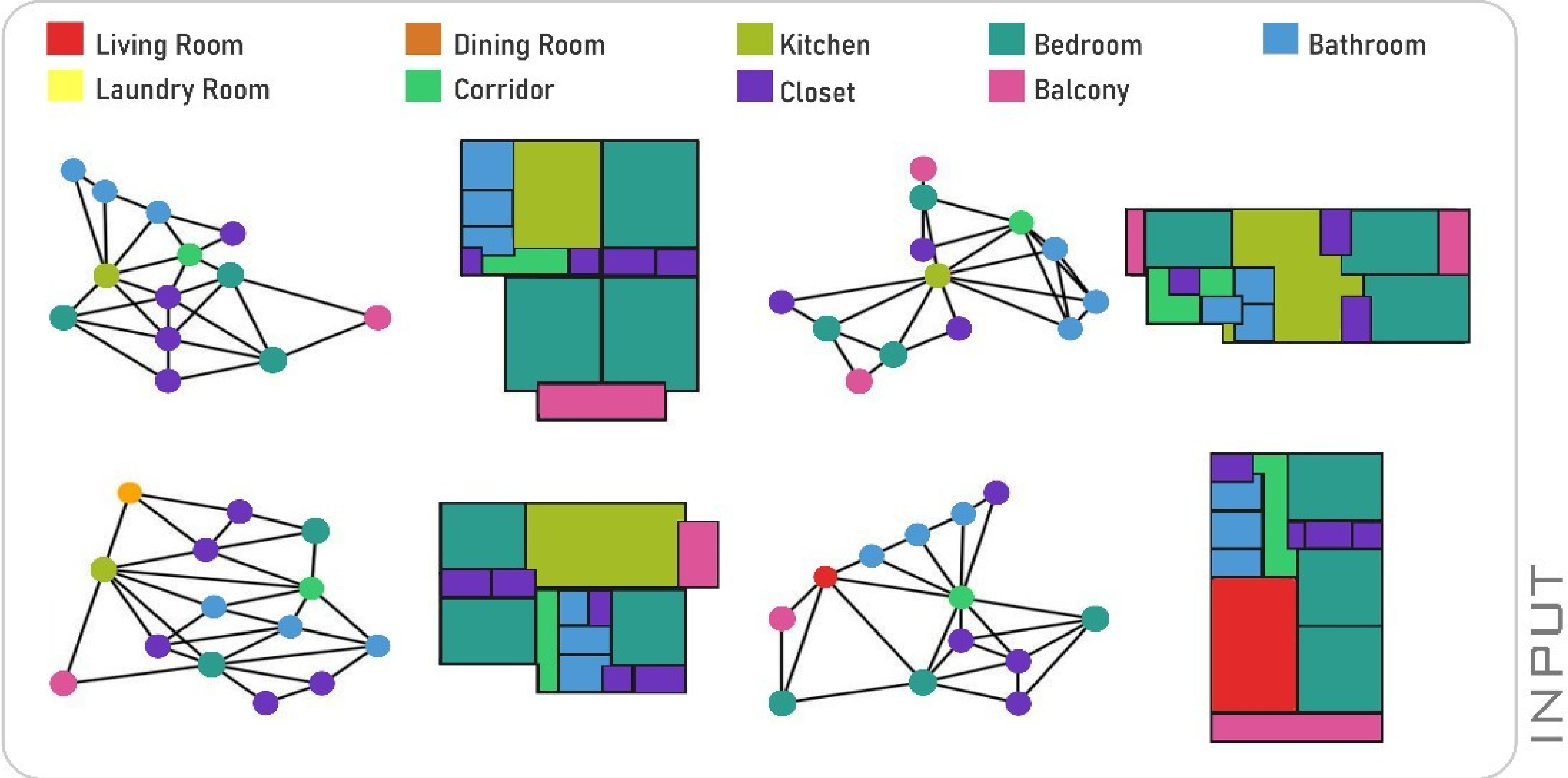
floorplan vectorization algorithm



Μετατροπή της διανυσματικής κάτοψης (vectorized floorplan) σε γράφημα φυσαλίδων (bubble diagram). Χρήση του bubble diagram ως είσοδο (input) στο μοντέλο.

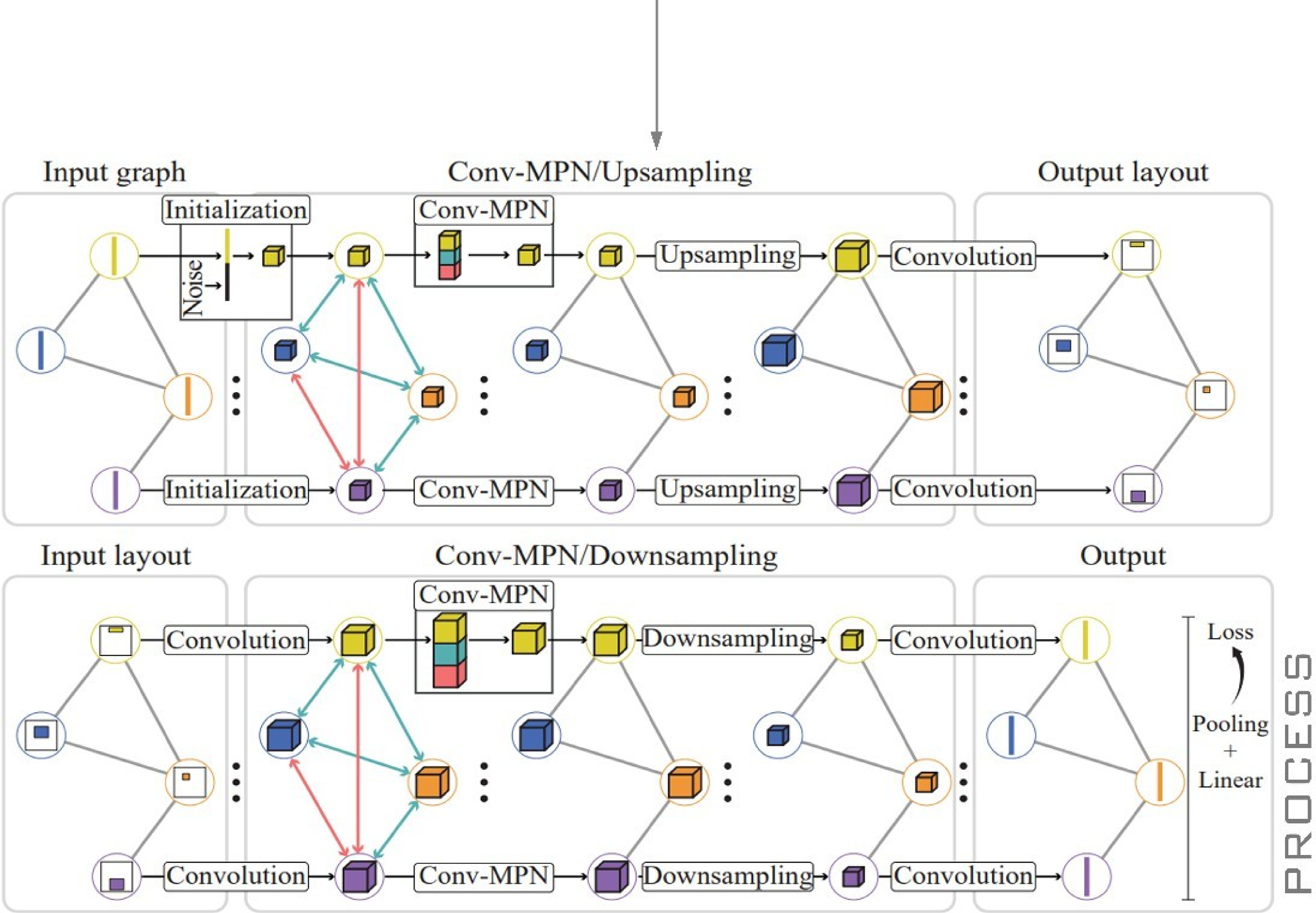


ΒΗΜΑ_2: ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ ΦΥΣΑΛΙΔΩΝ ΣΕ ΚΑΤΟΨΗ



Η μετατροπή μιας διανυσματικής κάτοψης σε γράφημα φυσαλίδων αποτελεί μια σχετικά πιο εύκολη διαδικασία. Η διανυσματική κάτοψη περιέχει ήδη πληροφορίες σχετικά με τον αριθμό και τον τύπο των δωματίων, τα οποία σχηματίζουν τους κόμβους του γραφήματος. Οι άκρες μεταξύ των κόμβων βασίζονται στην εγγύτητα των δωματίων ως προς την απόσταση Manhattan. Εάν οποιοδήποτε μέρος ενός δωματίου βρίσκεται σε απόσταση 8 εικονοστοιχείων από ένα άλλο δωμάτιο, τα δωμάτια θεωρούνται συνδεδεμένα και επομένως ενώνονται με άκρη στο γράφημα φυσαλίδων. Για την απλοποίηση του προβλήματος τίθενται οι εξής περιορισμοί:

- Η ιδιότητα ενός κόμβου δεν έχει μέγεθος δωματίου.
- Το σχήμα ενός δωματίου είναι πάντα ορθογώνιο
- Η γειτνίαση των δωματίων, η ιδιότητα άκρης, δεν αντικατοπτρίζει την παρουσία θυρών

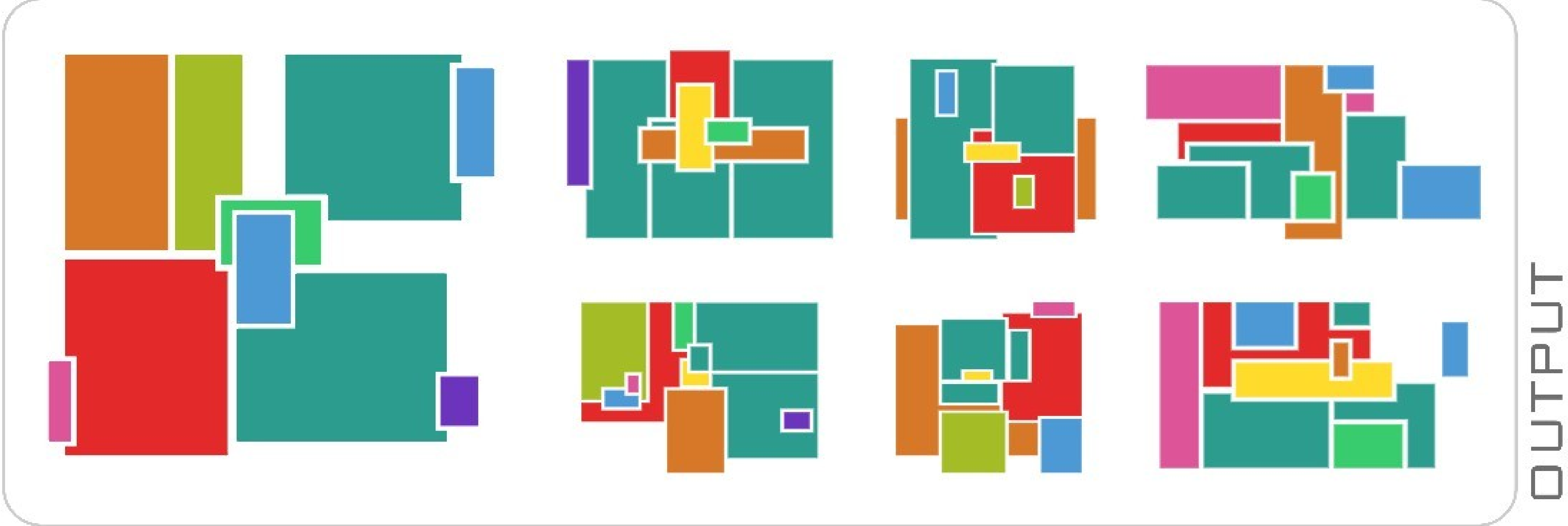


Ο δημιουργός (generator) εκτελεί τα ακόλουθα βήματα για να δημιουργήσει μια κατοπική διάταξη σπιτιού ως τελική έξοδο (output) από το γράφημα φυσαλίδων.

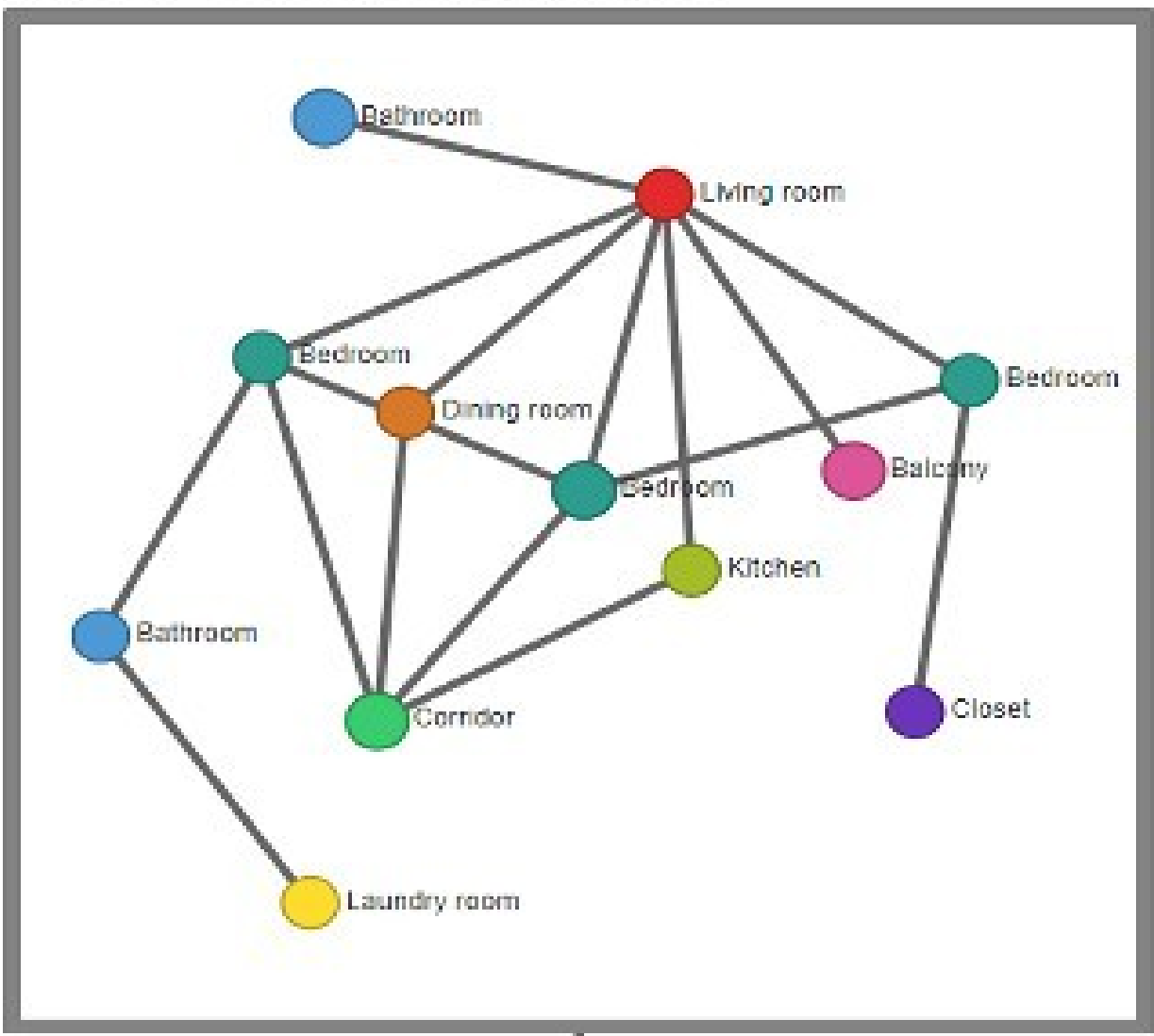
Από το γράφημα φυσαλίδων, δημιουργείται ένας κόμβος για κάθε δωμάτιο. Κάθε δωμάτιο έχει αρχικοποιηθεί ως διάνυσμα θορύβου 128-d που συνδέεται με διάνυσμα "τύπου δωματίου" 10-d. Αυτό το διάνυσμα χαρακτηριστικών αποθηκεύεται ως τρισδιάστατος ταυσιστής και ονομάζεται "όγκος χαρακτηριστικών" (feature volume). Με την σειρά του, αναβαθμίζεται σε μέγεθος (32 x 32 x 16) μετά τη εφαρμογή CONV-MPN layers. Ένα Συνεχιακό Νευρωνικό Δίκτυο (CNN) τριών επιπέδων, μετατρέπει αυτόν τον όγκο χαρακτηριστικών σε μια μάσκα τμηματοποίησης δωματίου μεγέθους (32x32x1) για κάθε δωμάτιο.

Κατά τον χρόνο δοκιμής, η μάσκα δωματίου ορίζεται στο 0,0 και δημιουργείται το πιο σφιχτό ορθογώνιο, ευθυγραμμισμένο με τον άξονα. Δύο συνδεδεμένα δωμάτια πρέπει να είναι χωρικά γειτονικά με απόσταση Manhattan μικρότερη από 8 pixels, ολοκληρώνοντας έτσι τη δημιουργία της κατοπικής διάταξης.

Τα παραγόμενα αποτελέσματα εξετάζονται ως προς τρία κριτήρια: ρεαλιστικότητα, ποικιλομορφία, συμβατότητα με τα ζητούμενα

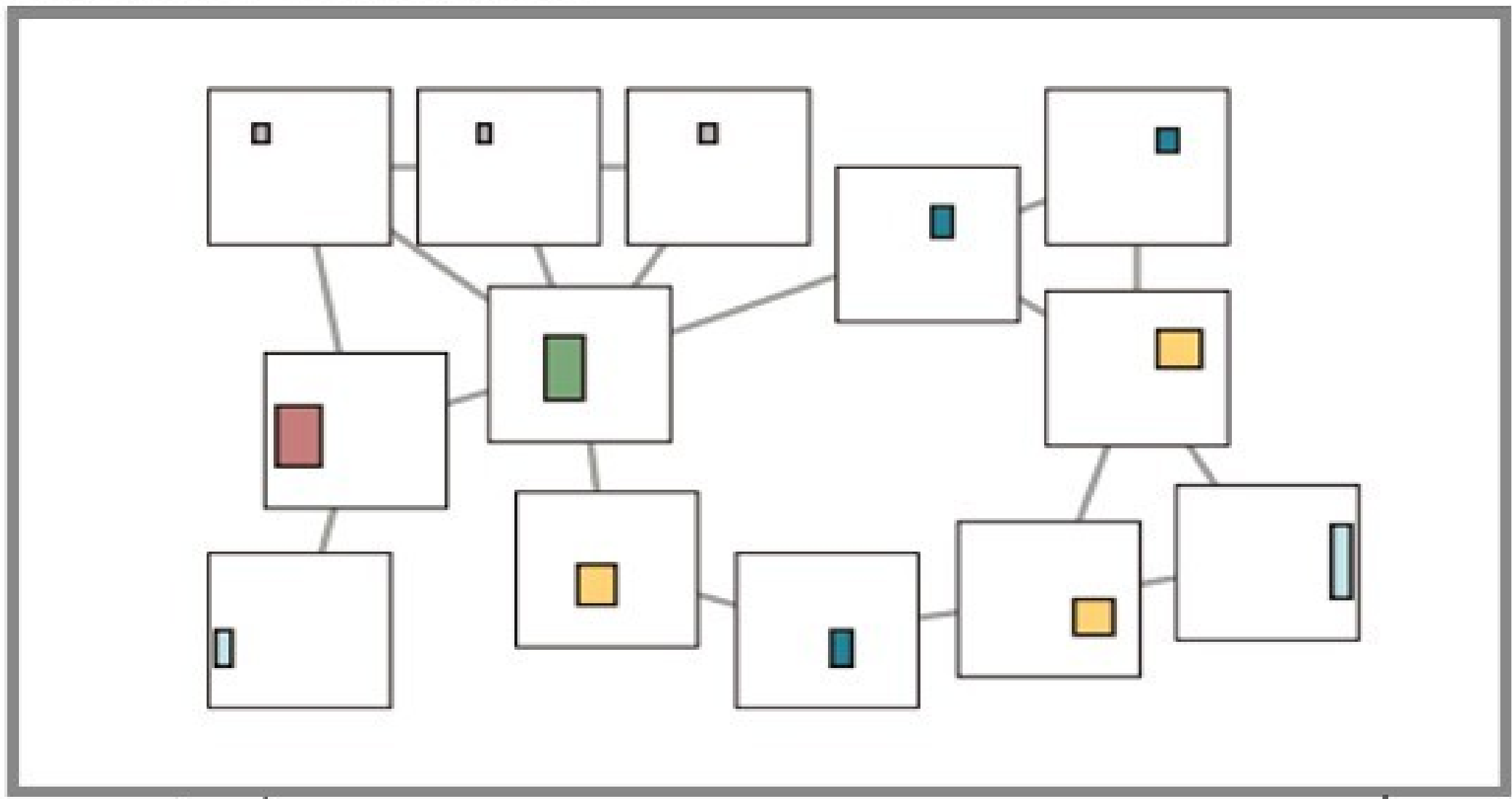


INPUT BUBBLE DIAGRAM



HOUSE LAYOUT GENERATOR

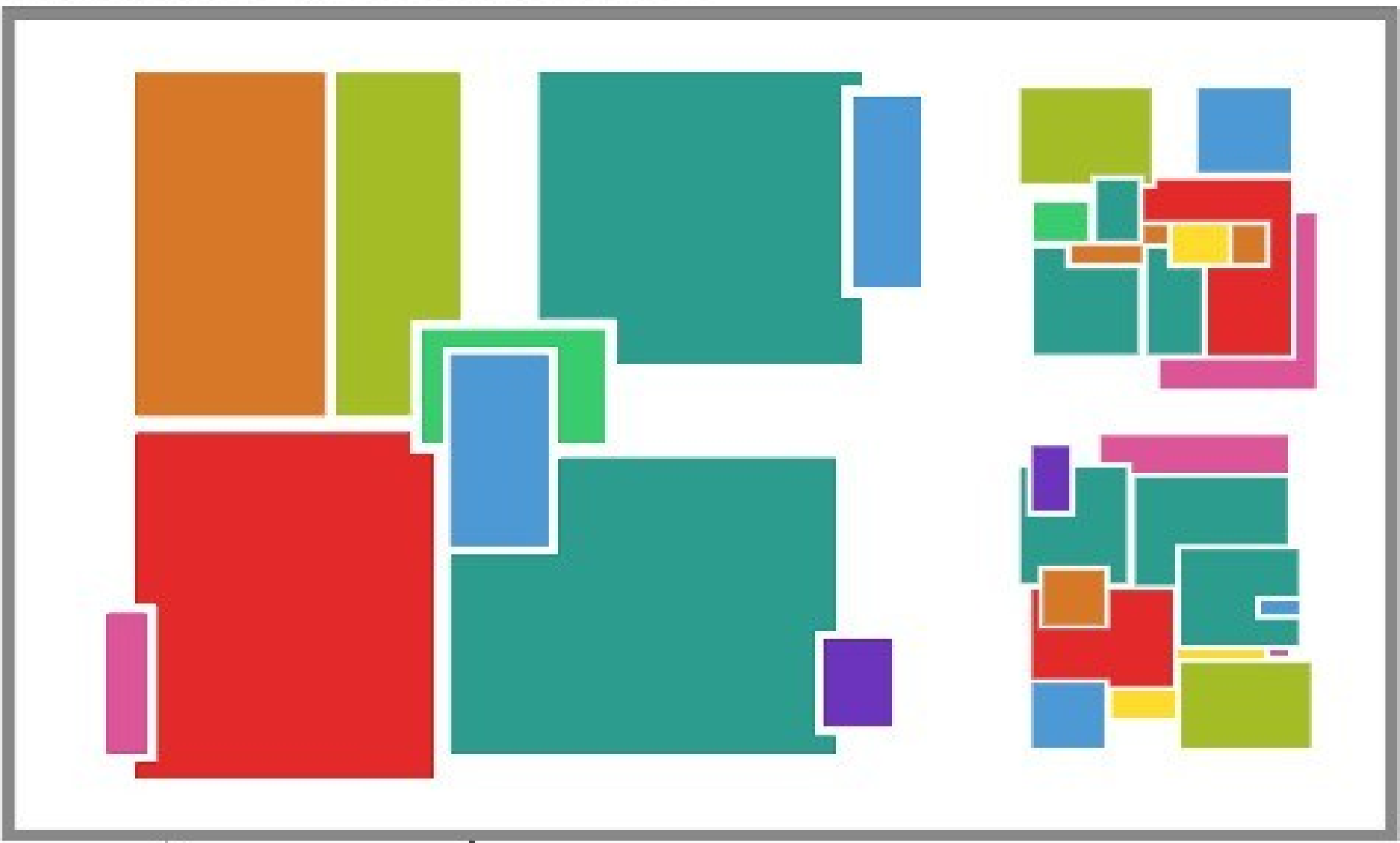
GENERATED ROOM MASKS



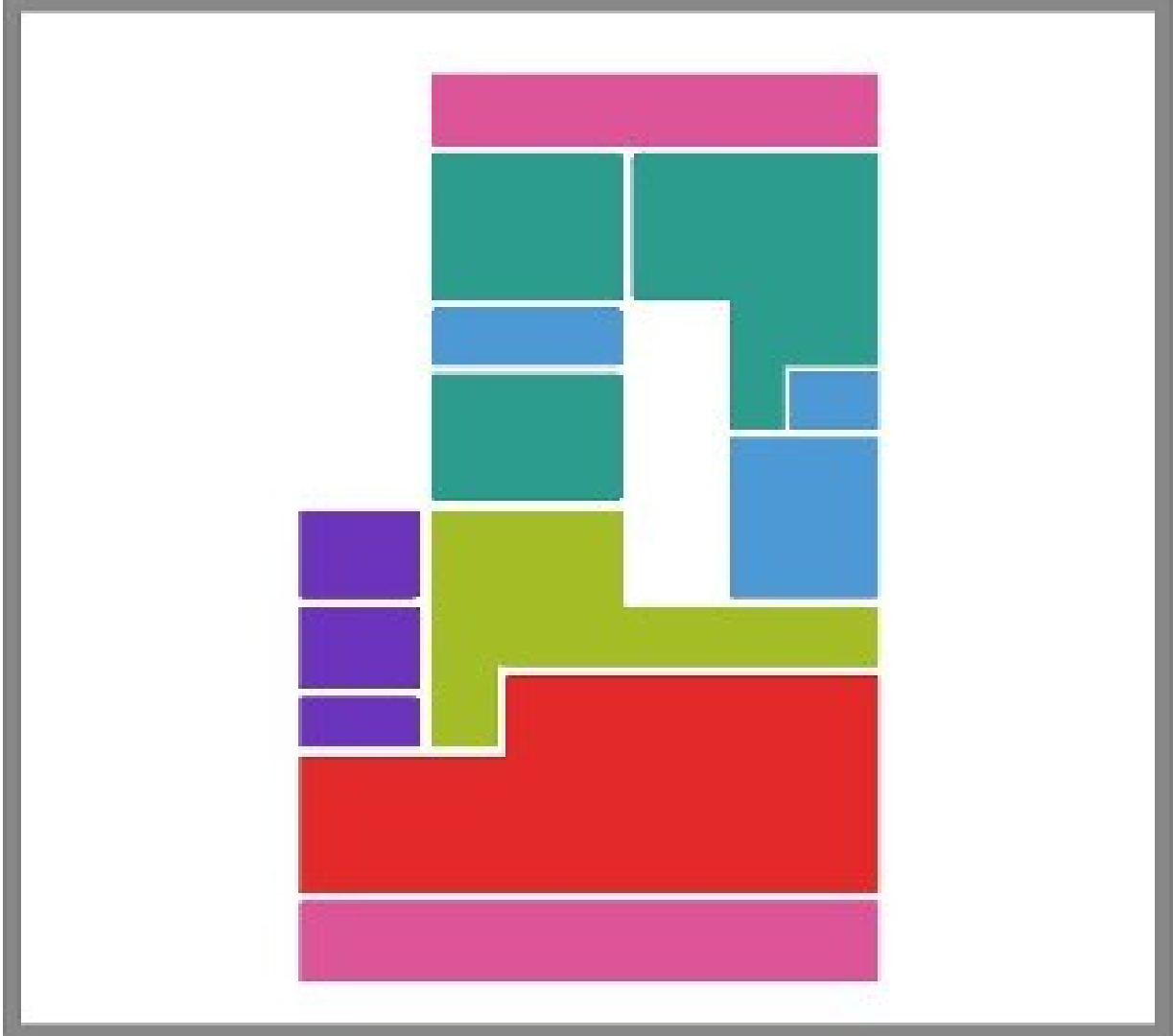
HOUSE LAYOUT DISCRIMINATOR

REAL/FAKE

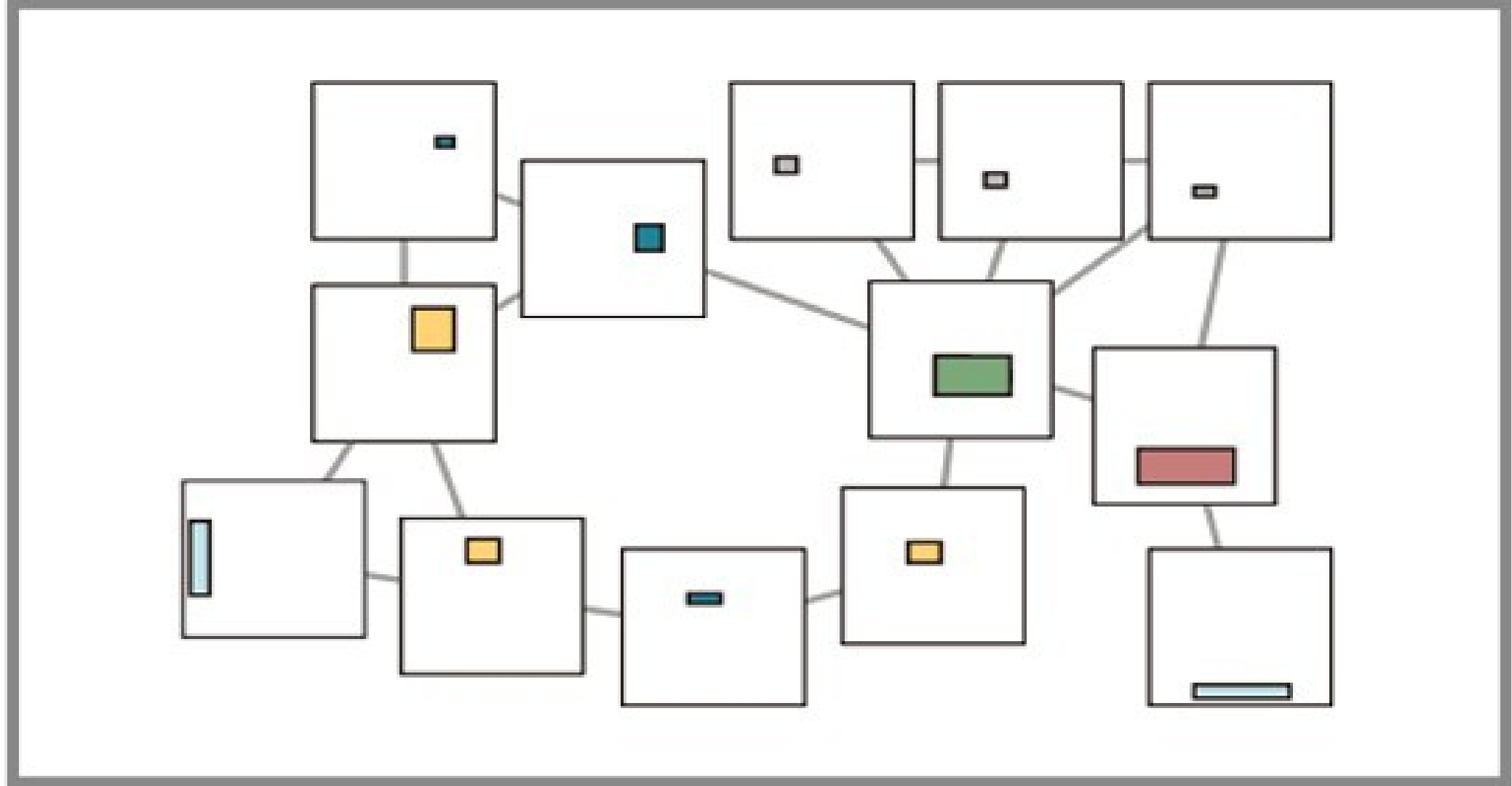
GENERATED HOUSE LAYOUTS



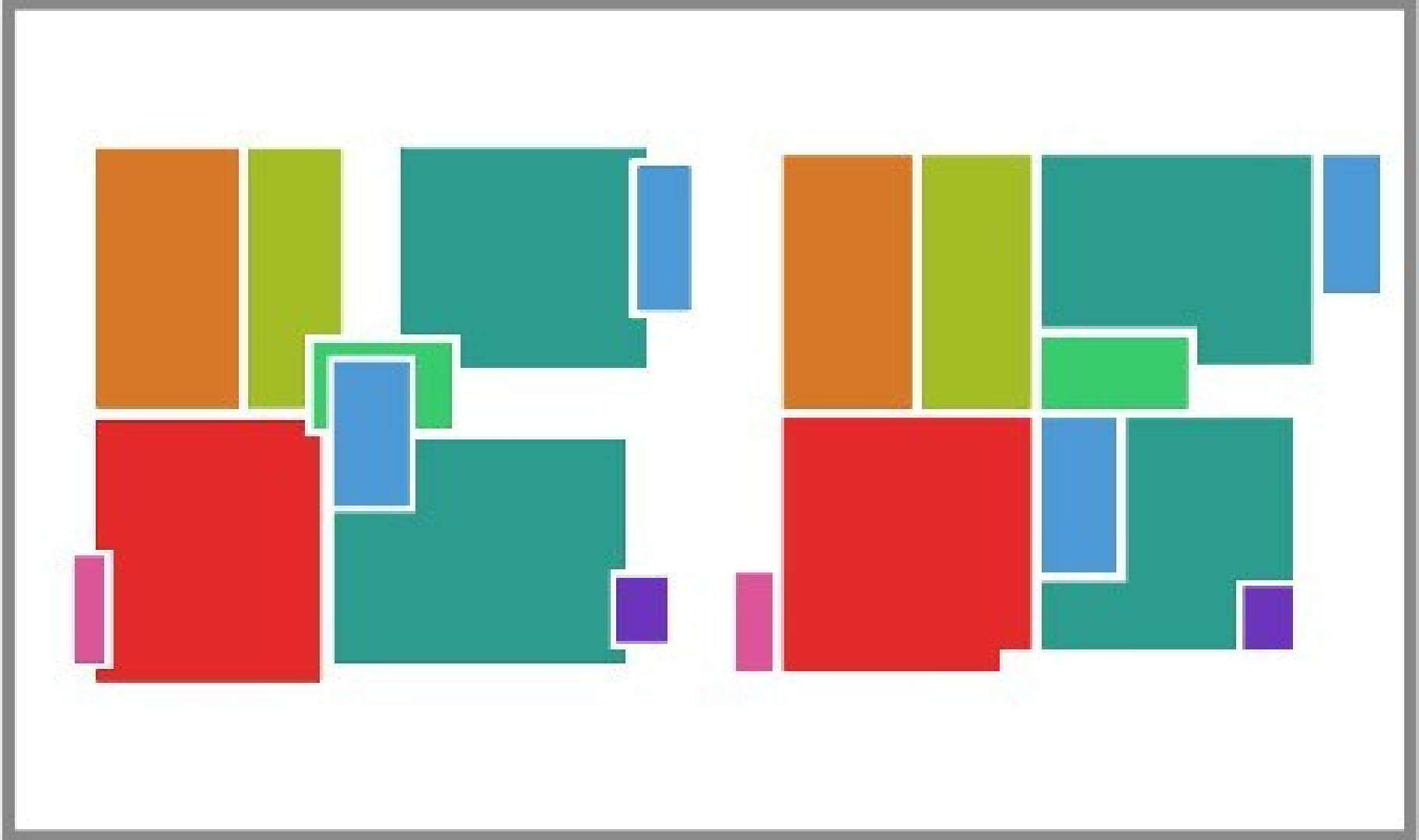
RENDER



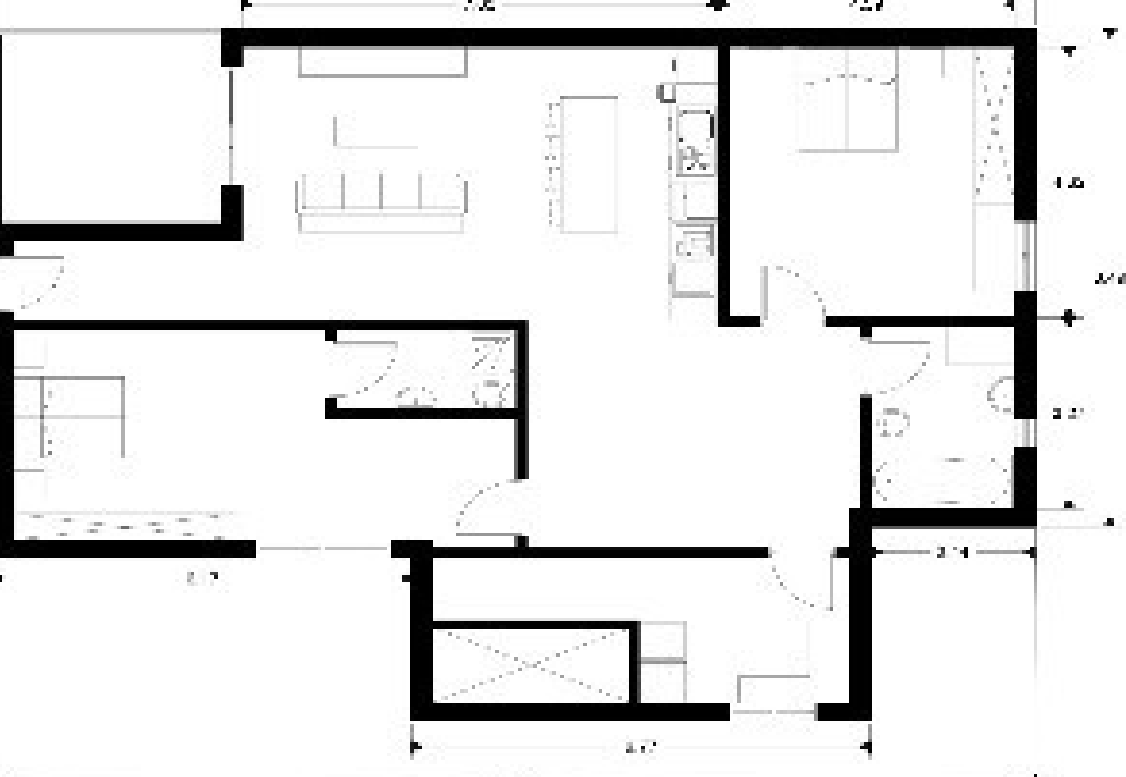
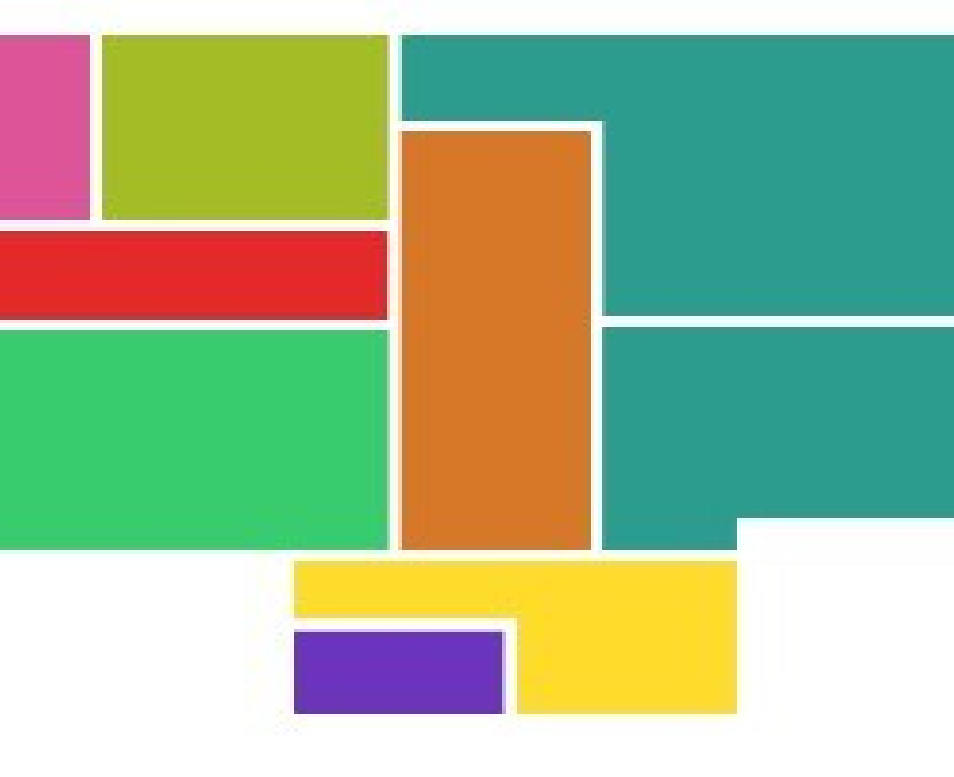
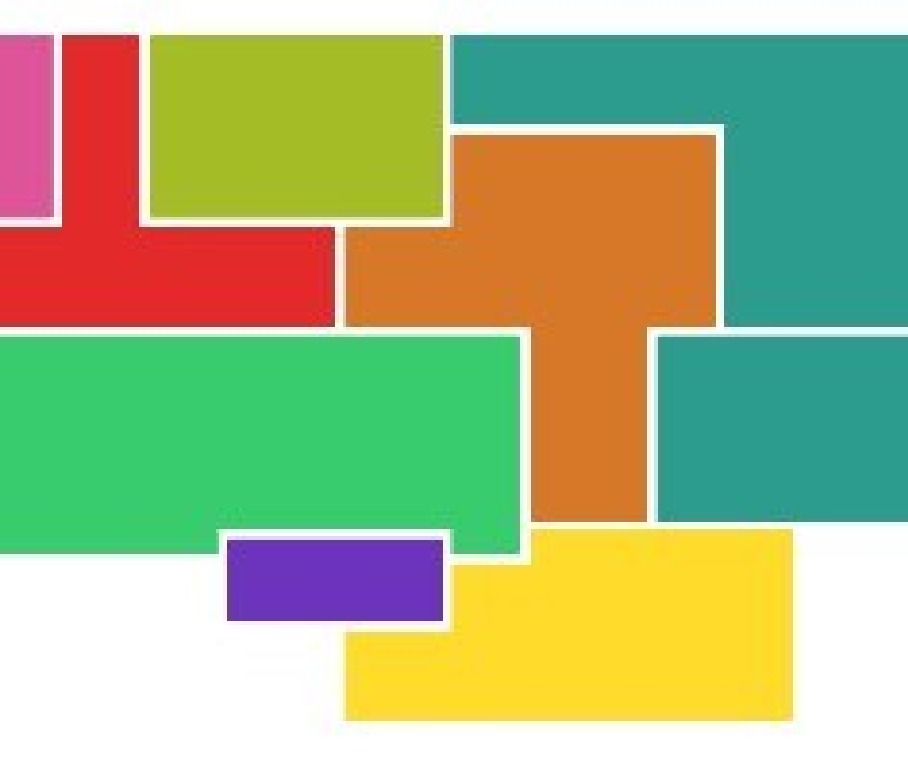
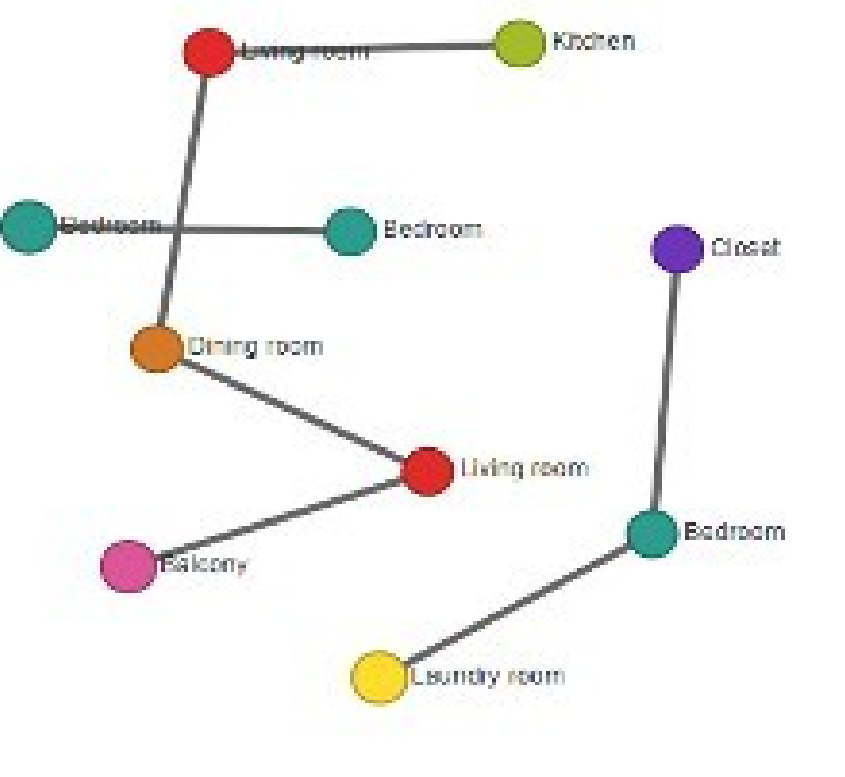
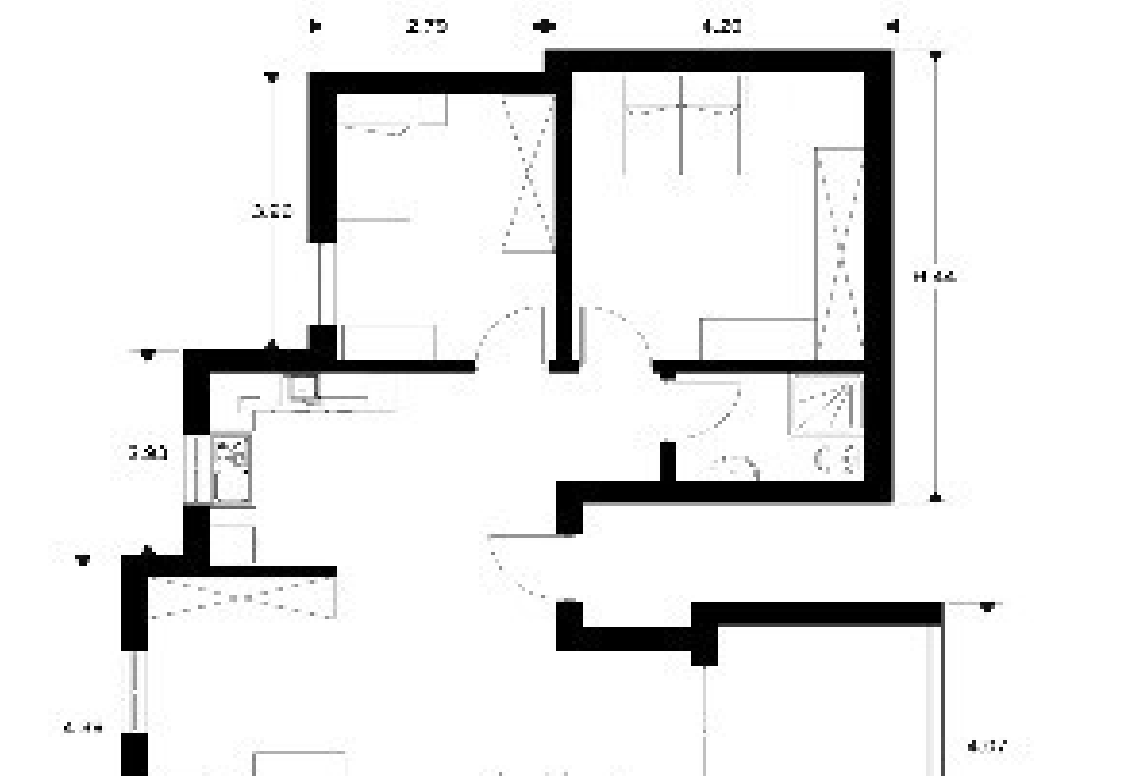
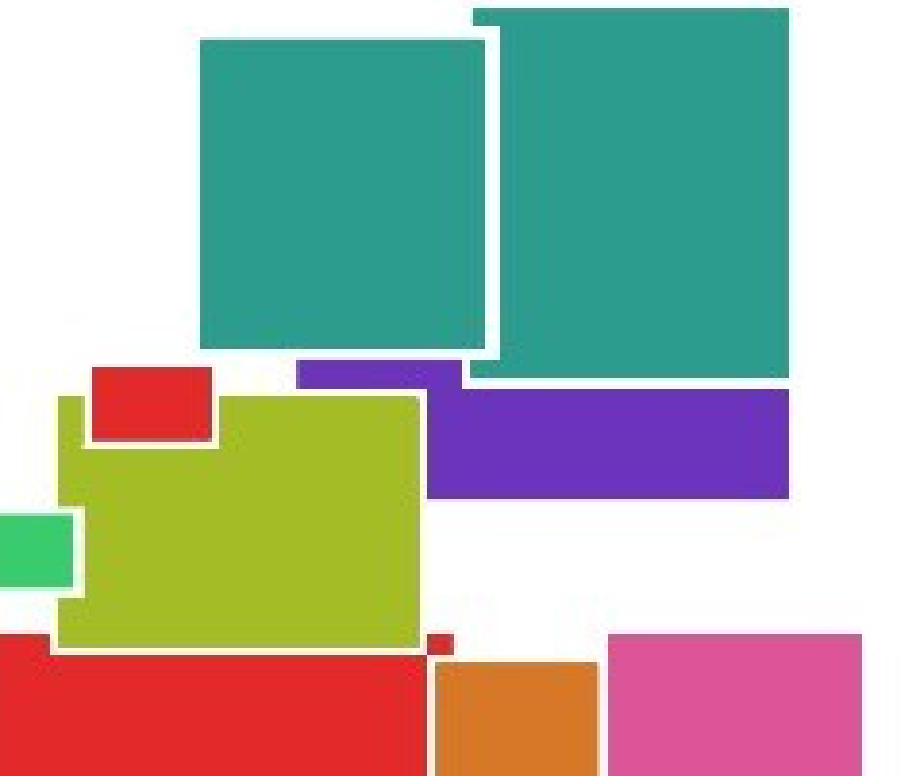
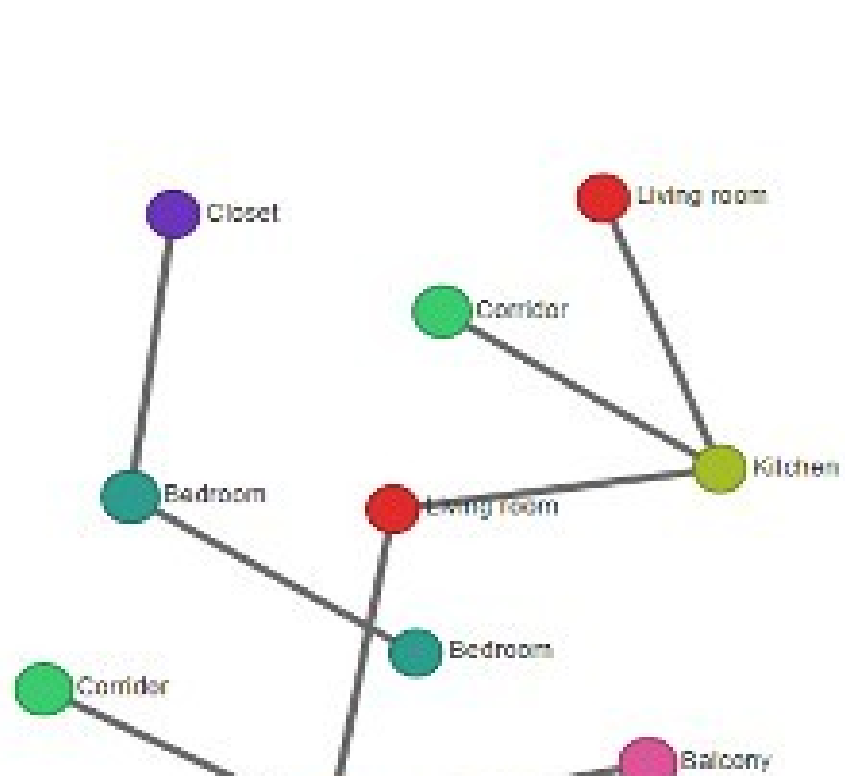
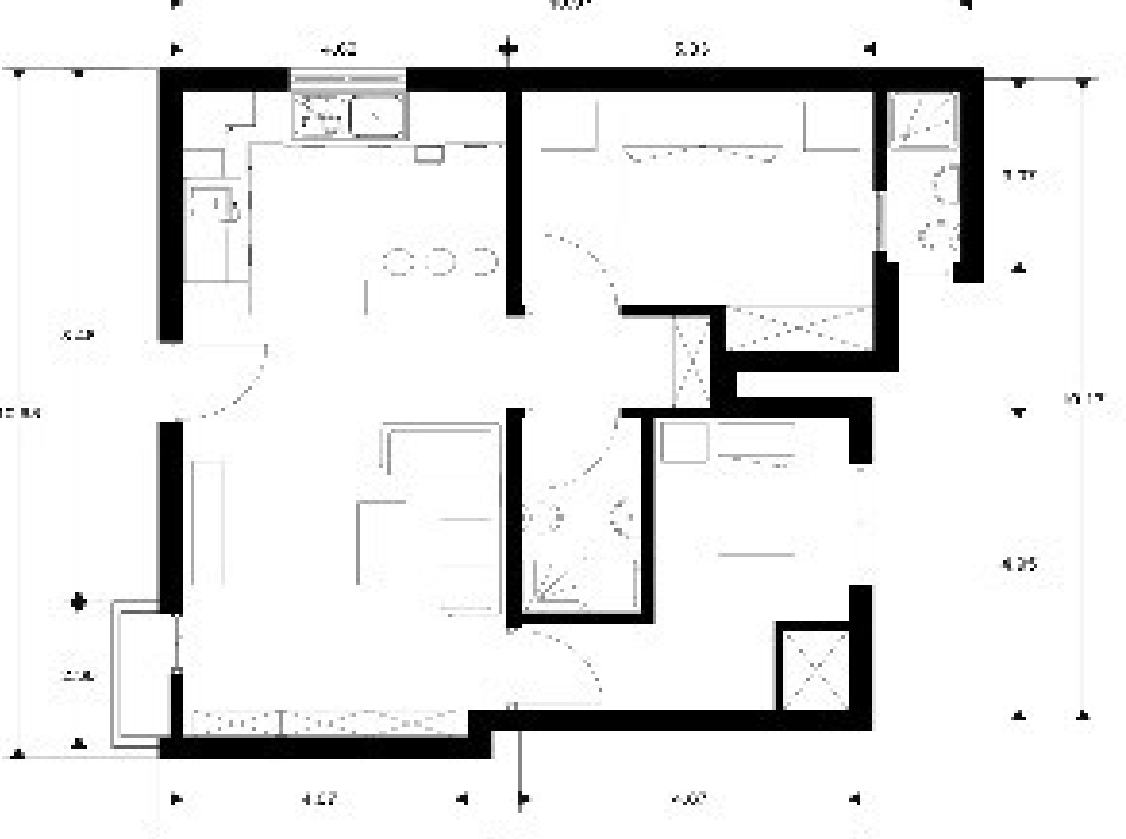
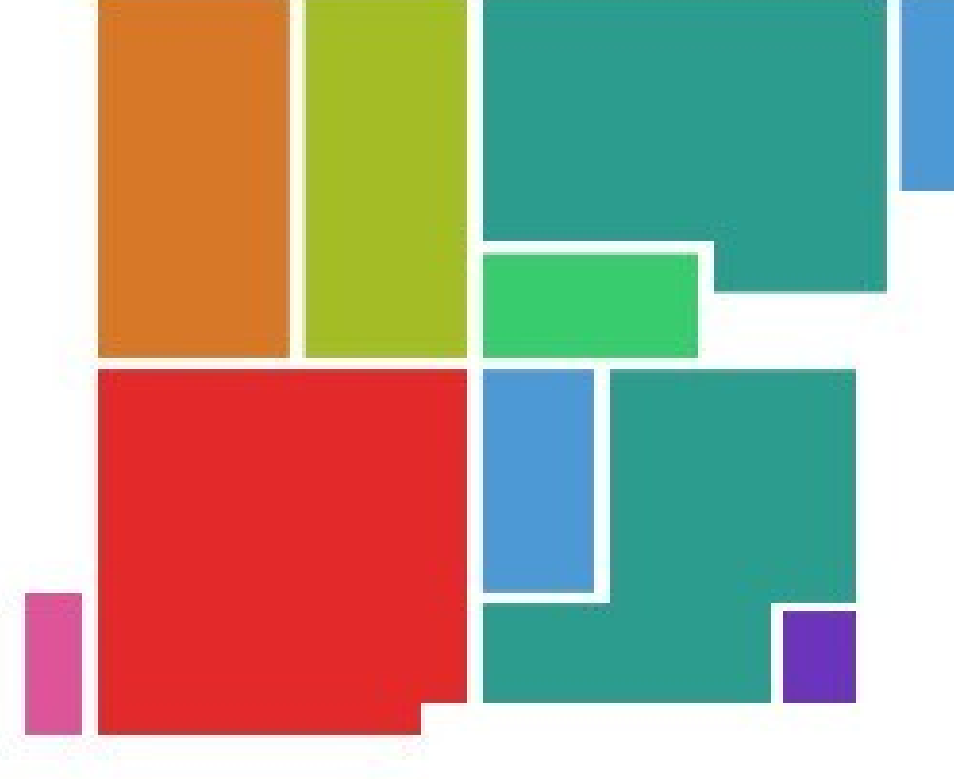
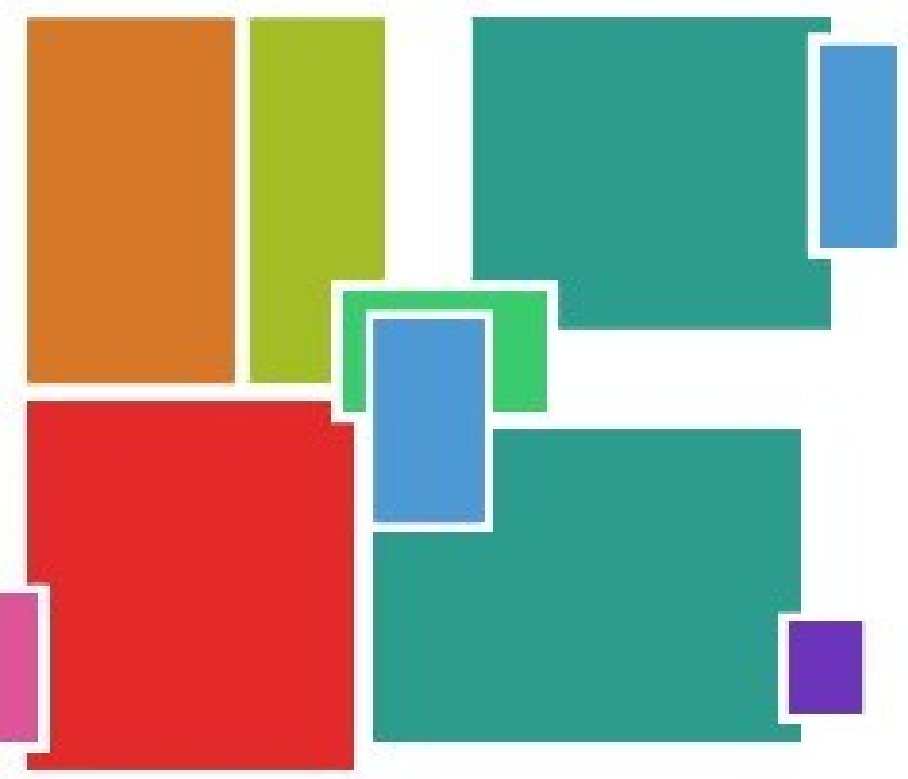
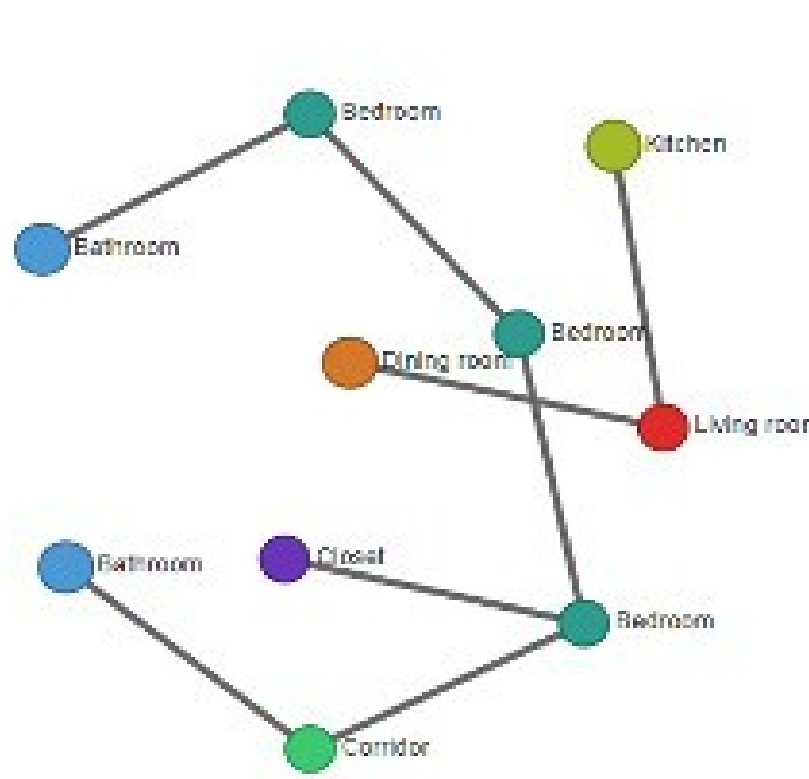
REAL FLOORPLAN



REAL ROOM MASKS

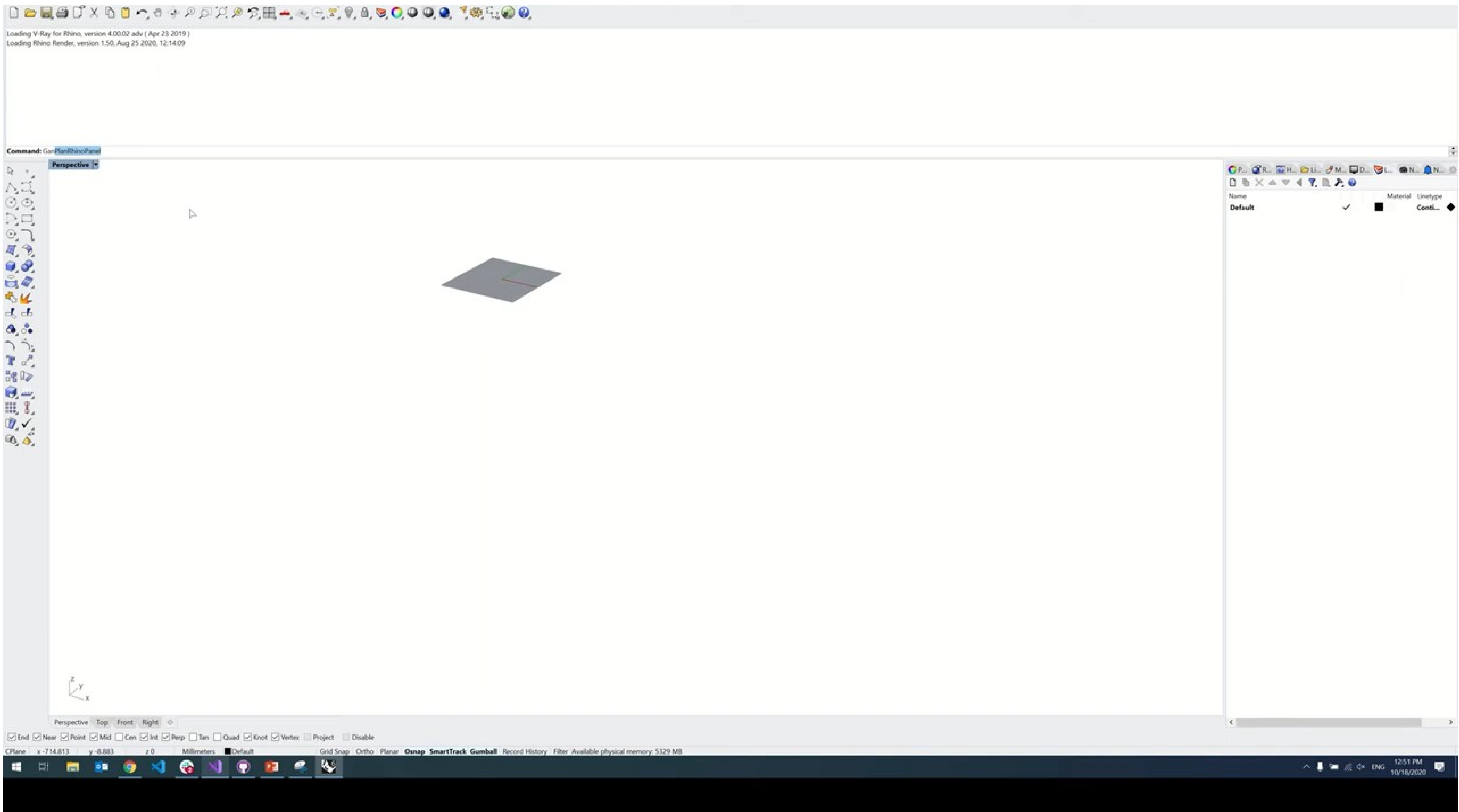
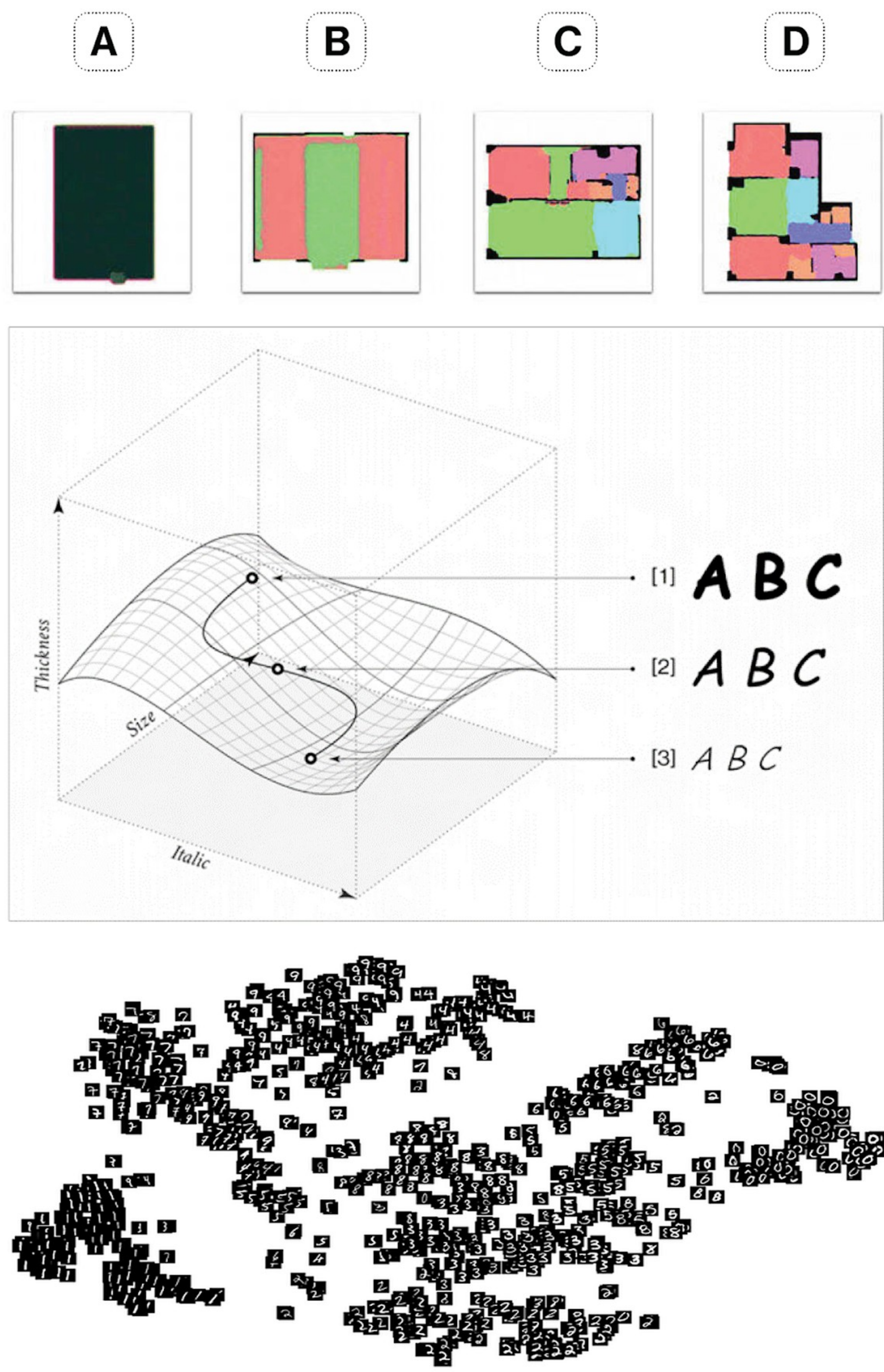


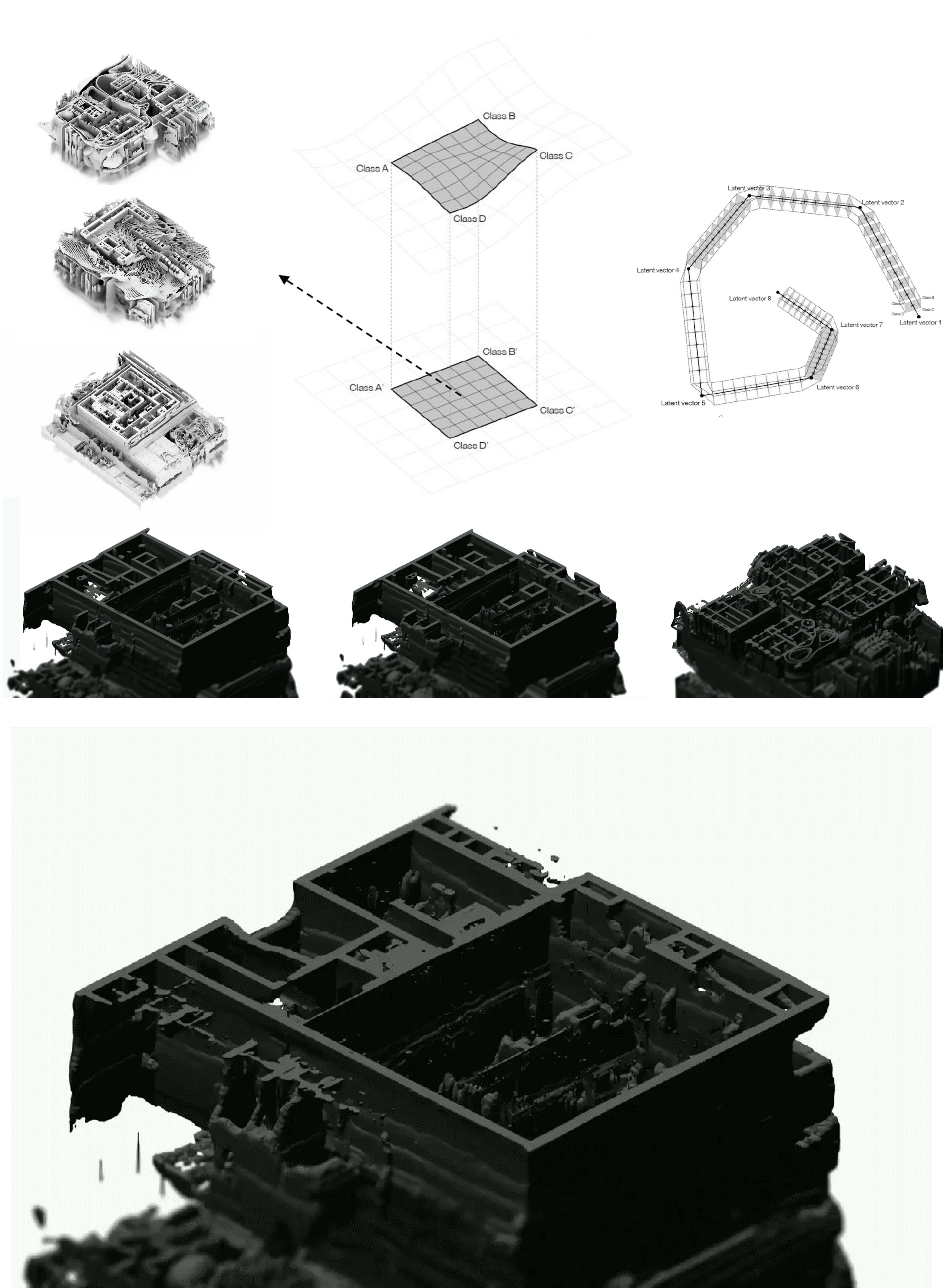
USER ADJUSTMENTS

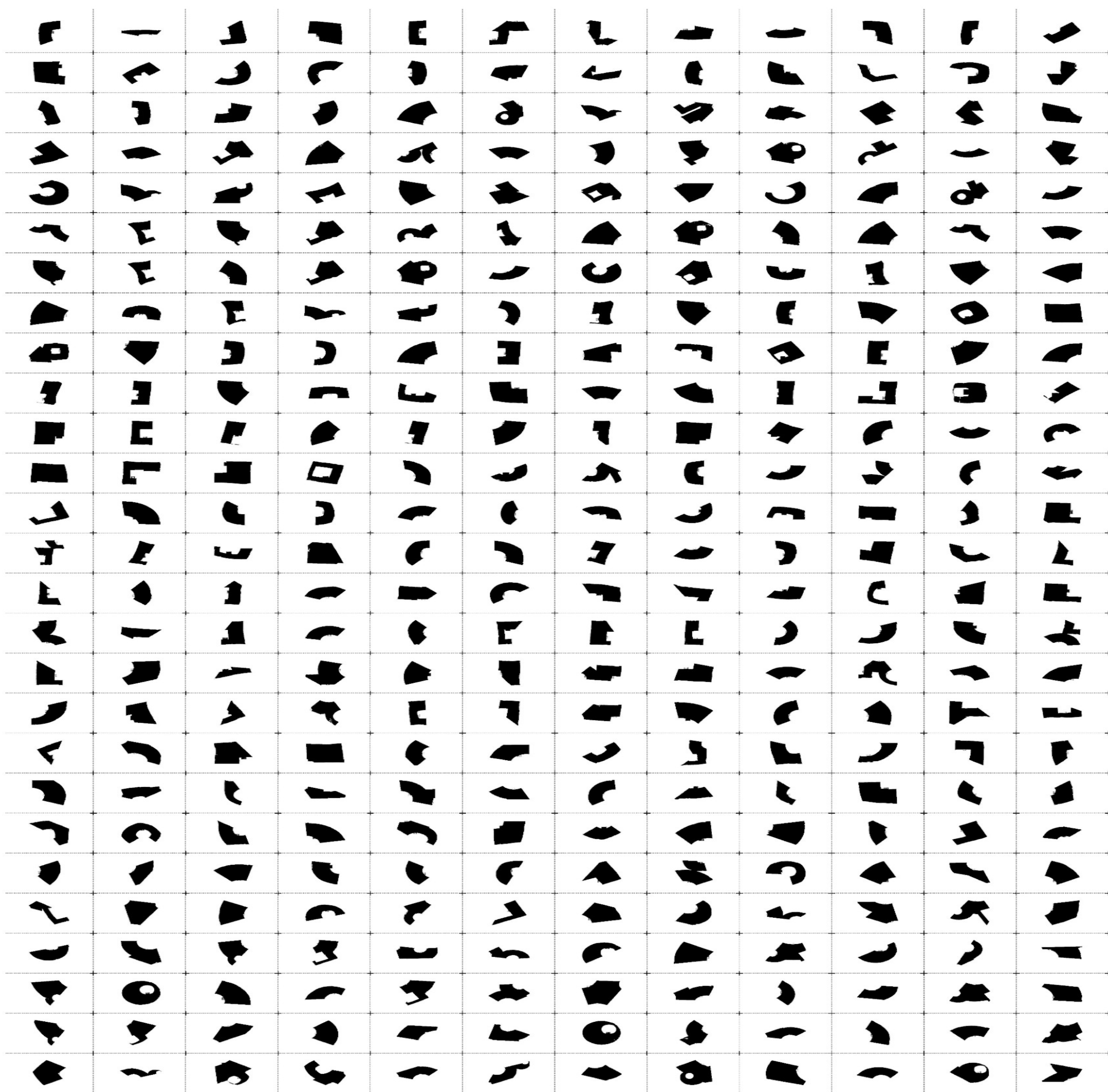
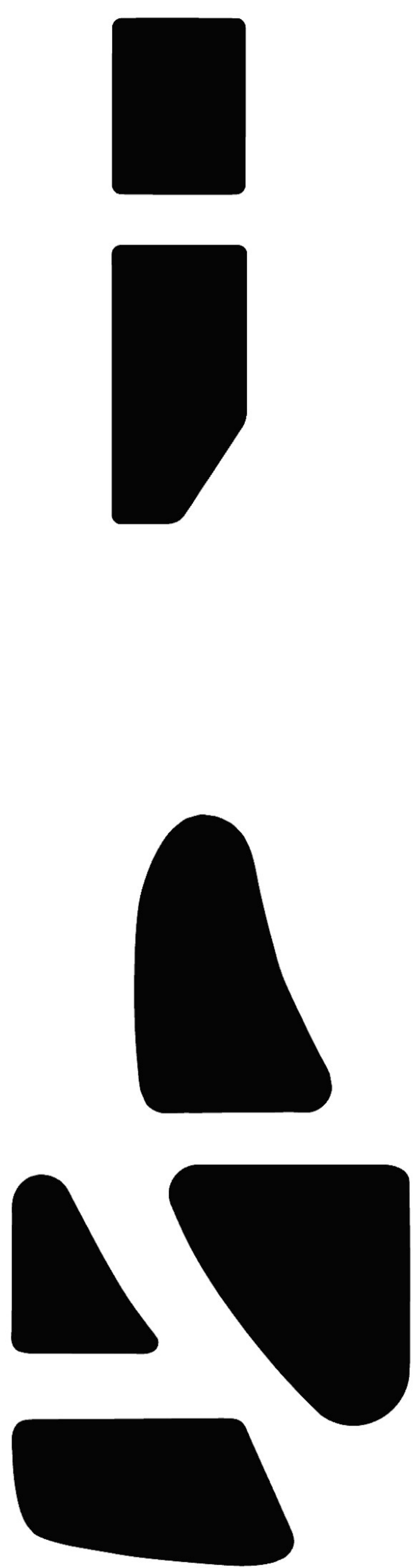
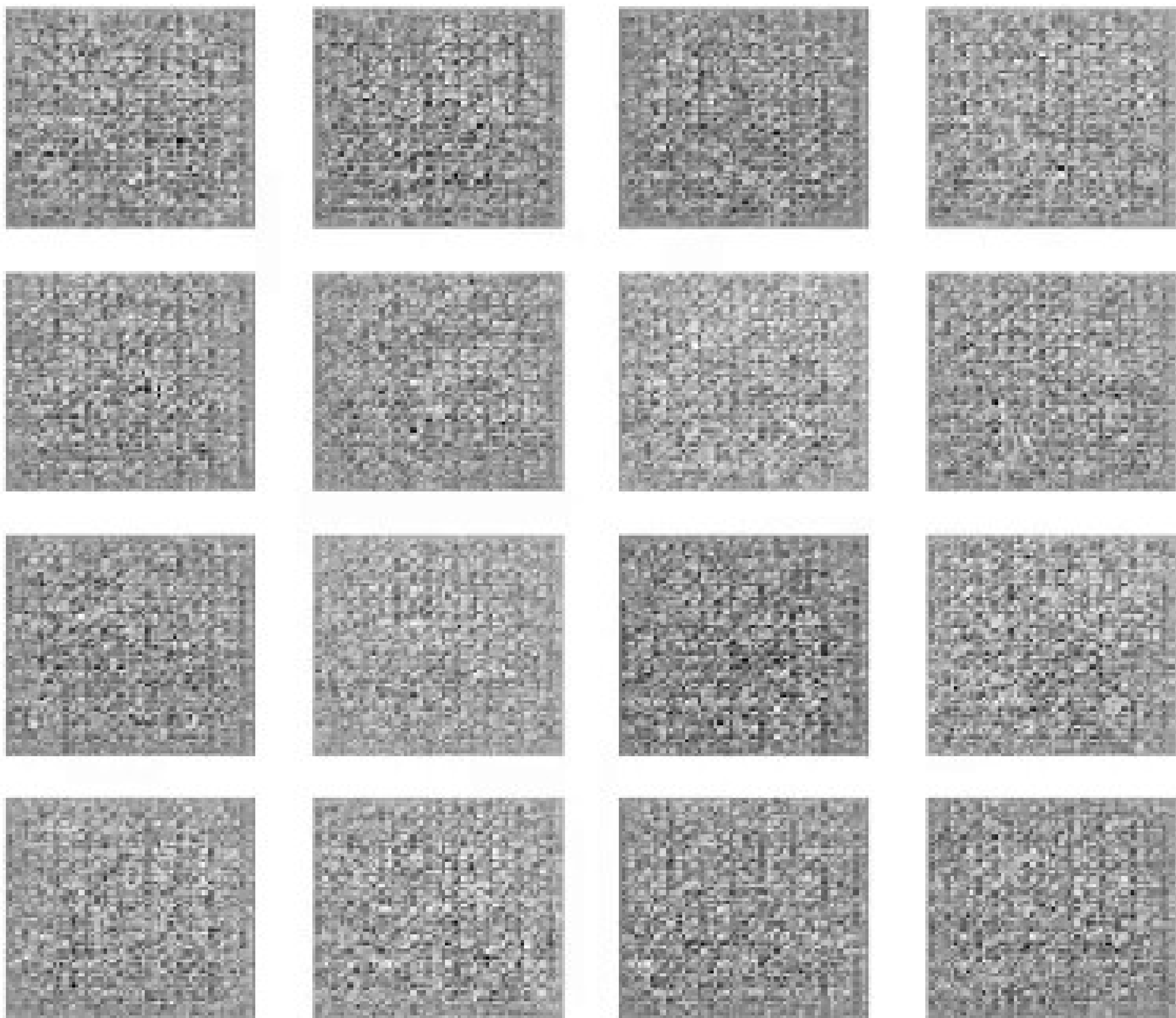
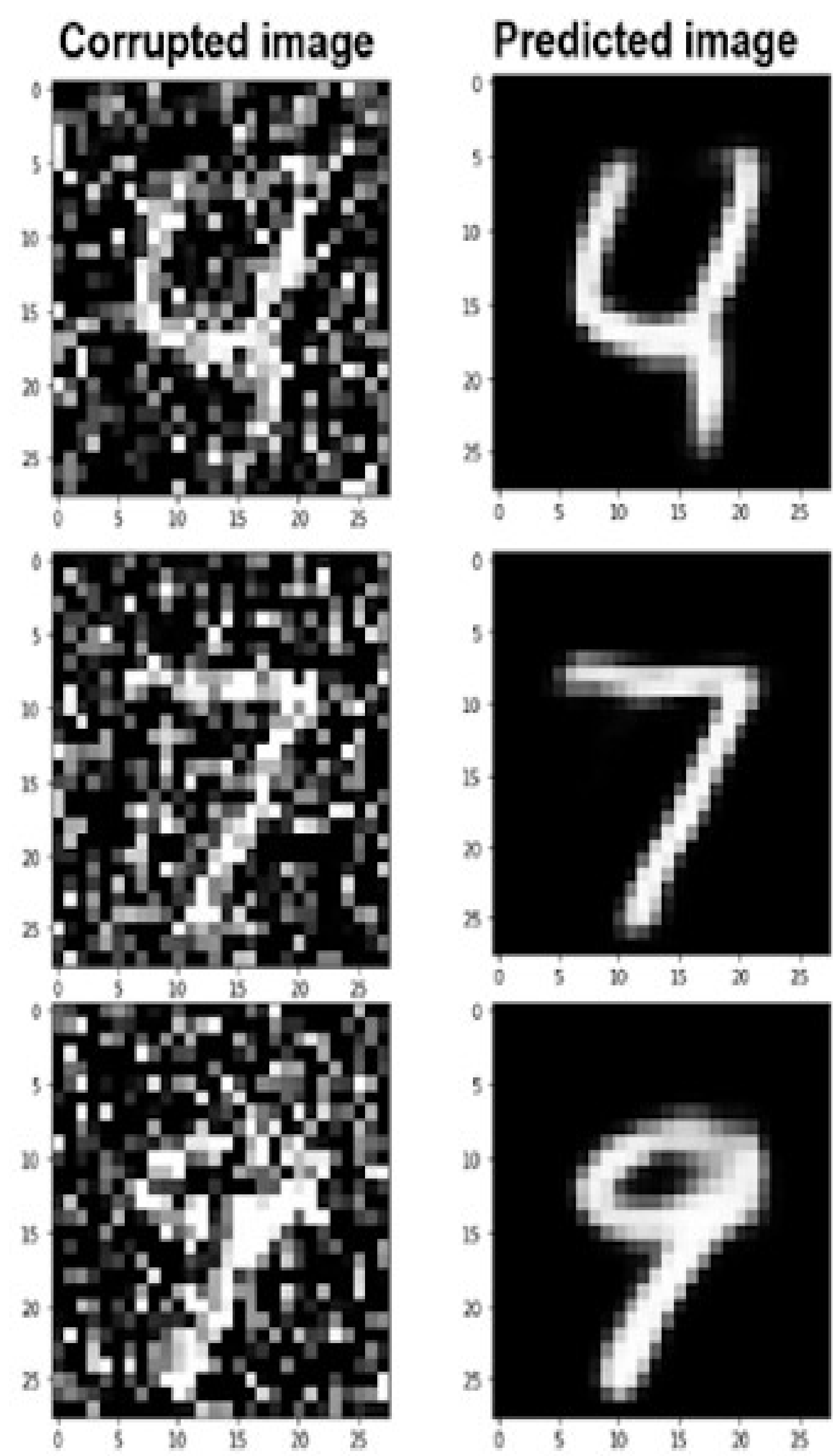


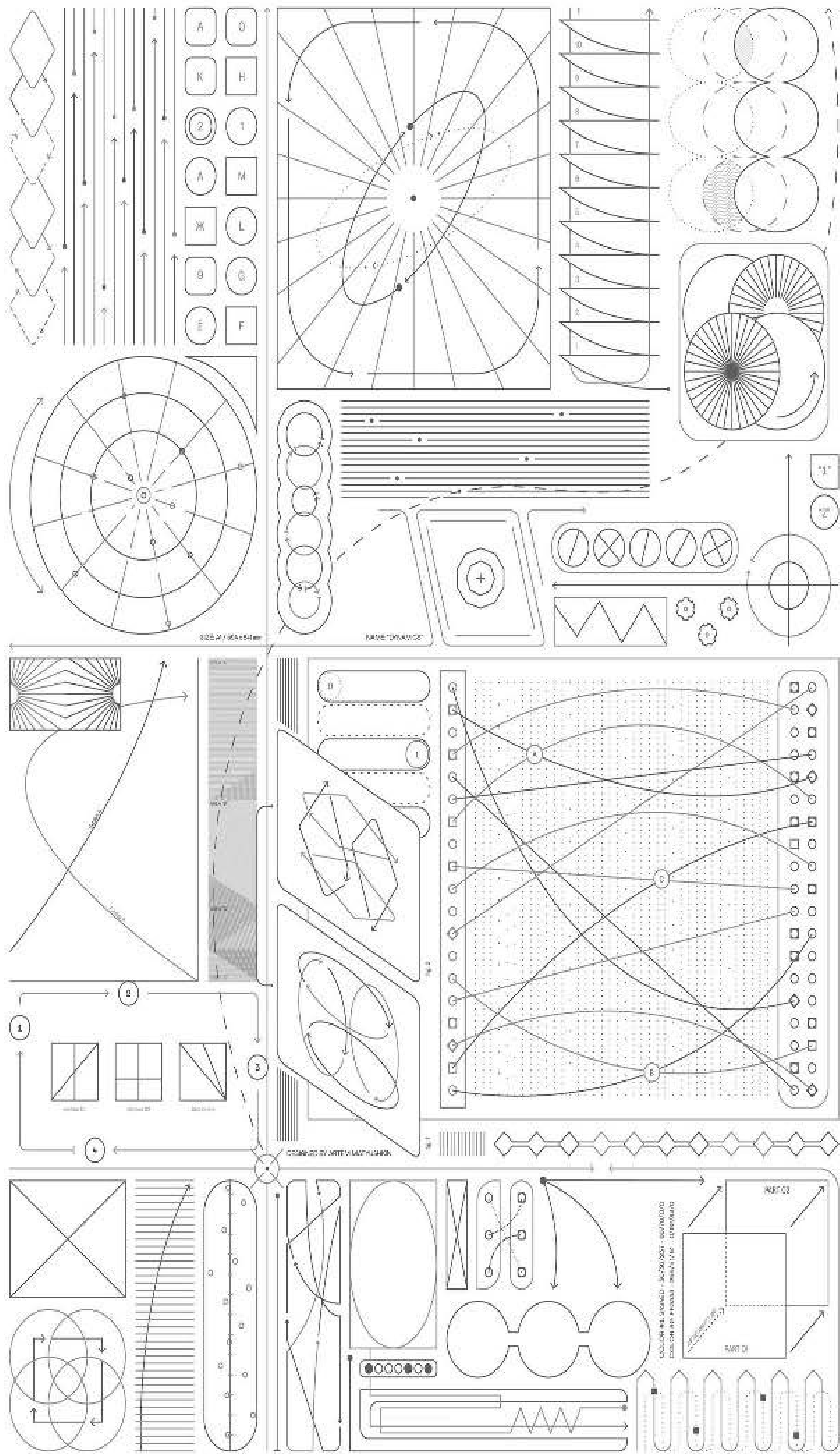
- Living room
- Kitchen
- Bedroom
- Bathroom
- Closet
- Balcony
- Corridor
- Dining room
- Laundry room



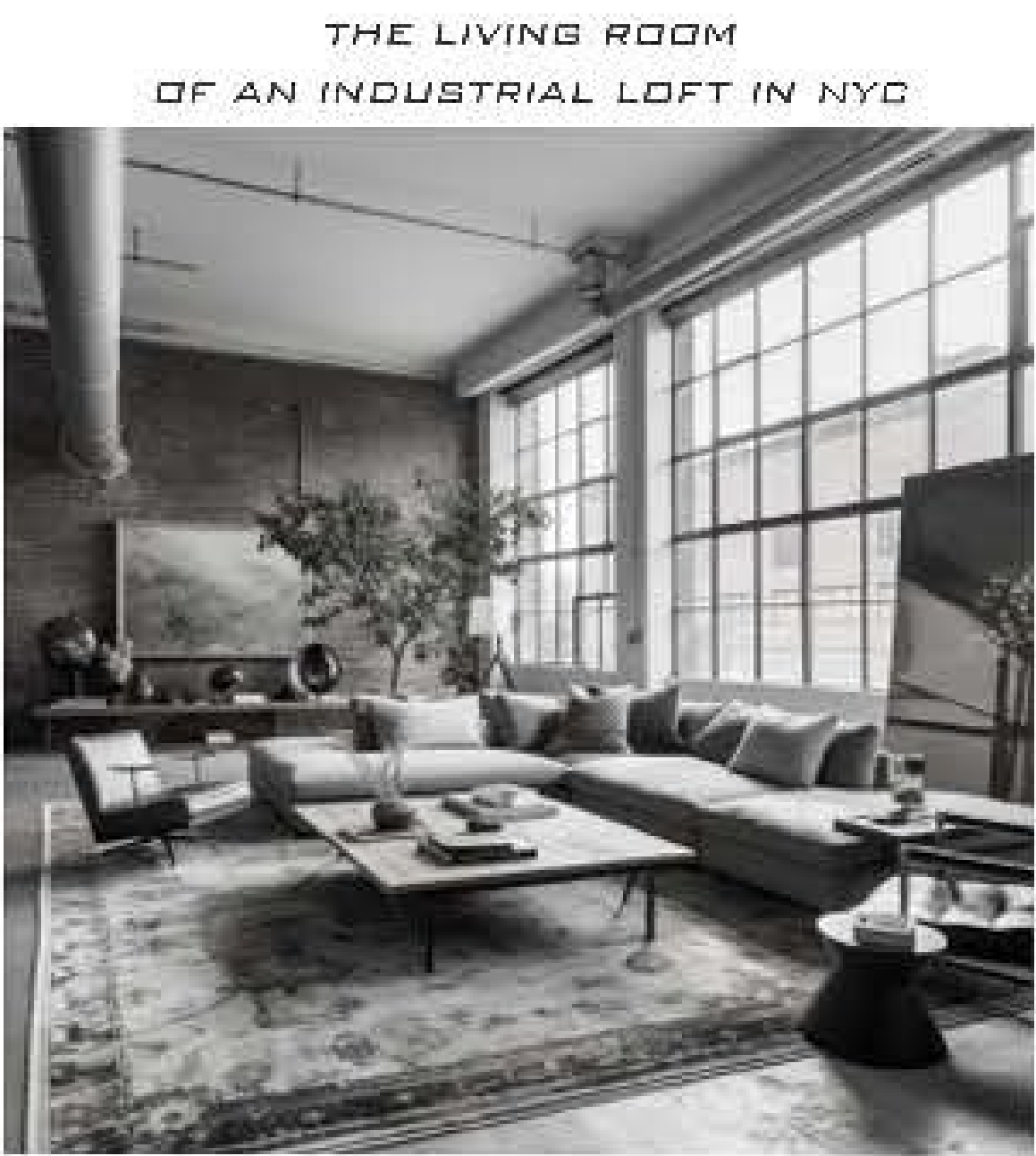
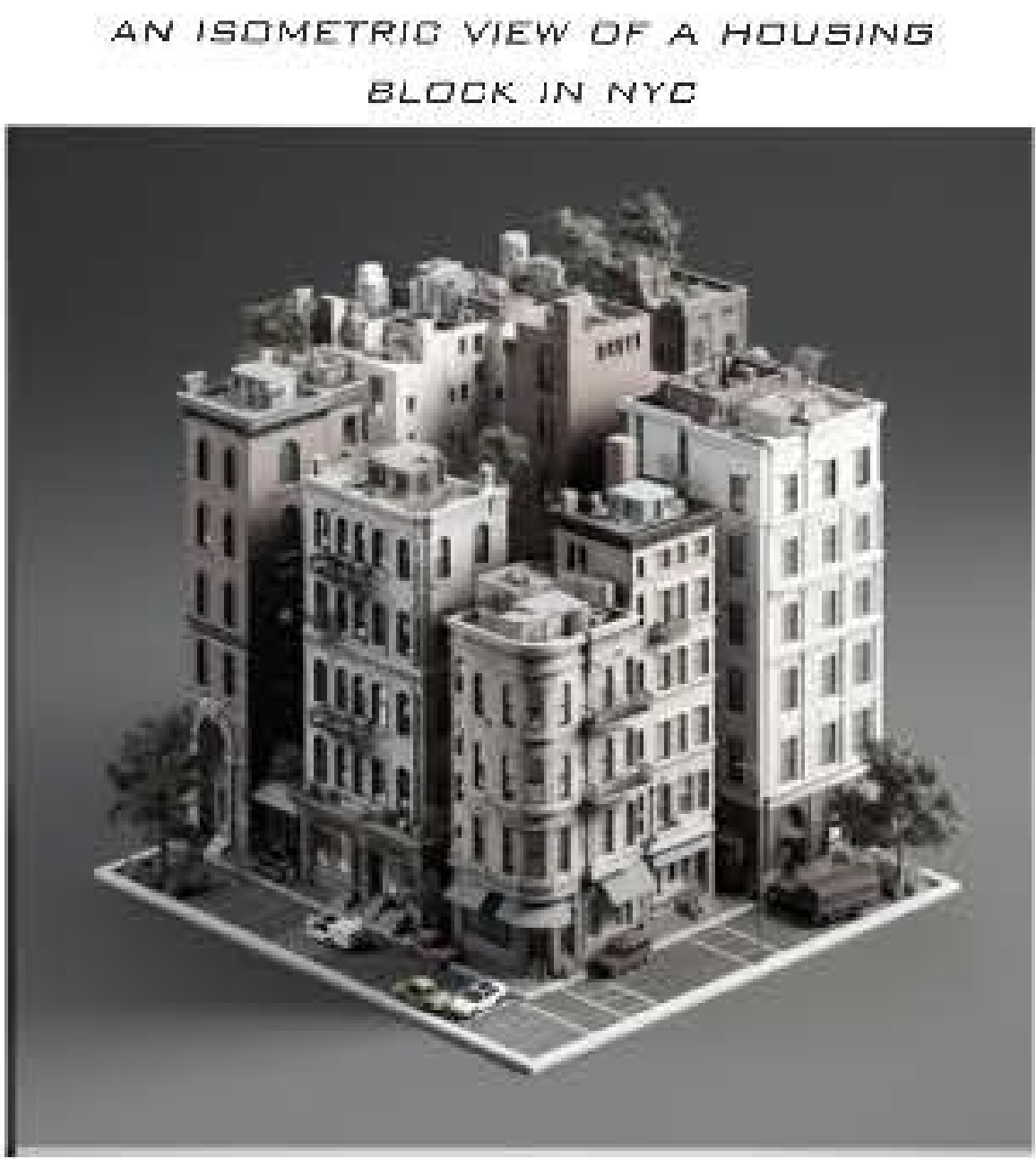
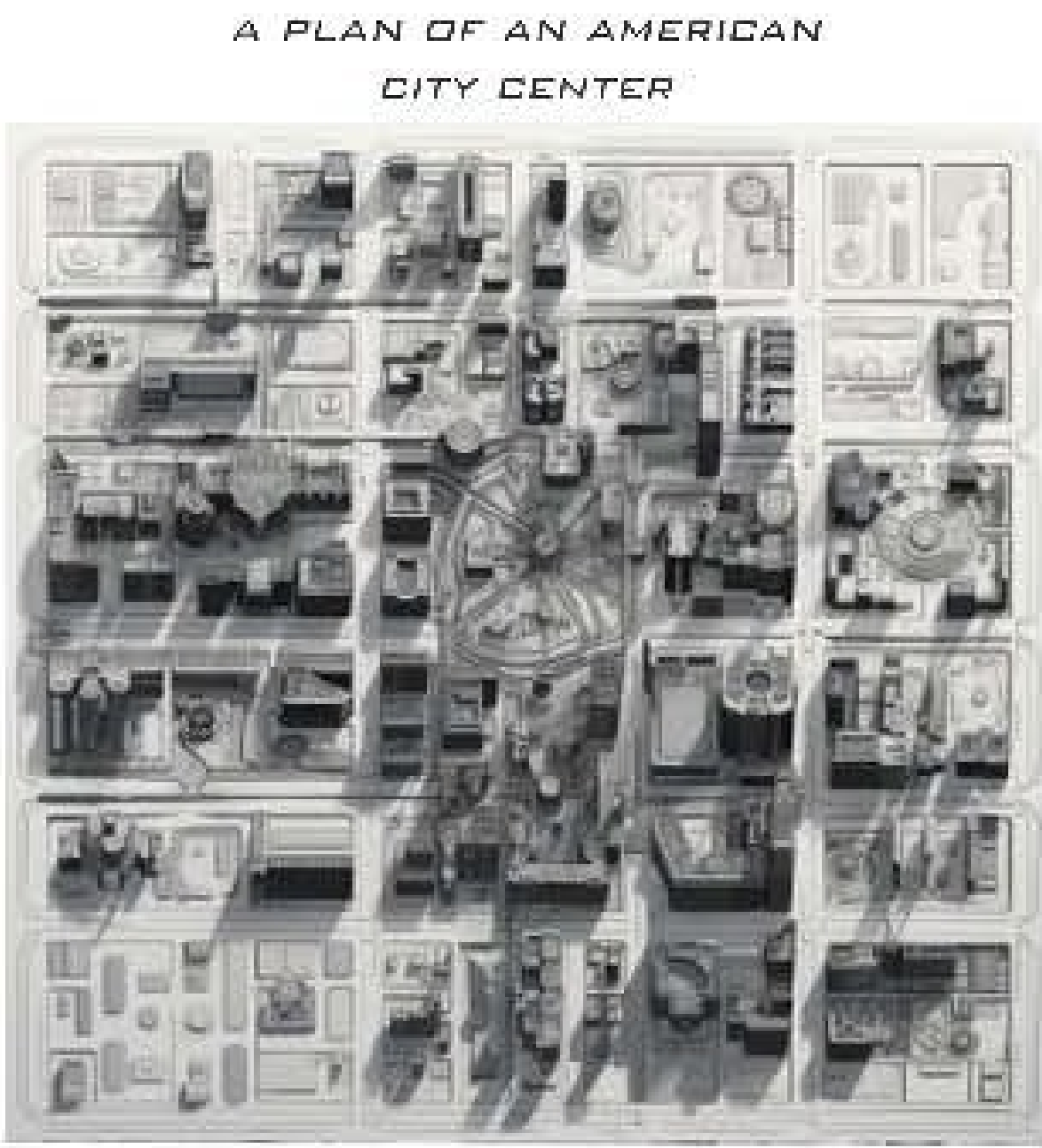




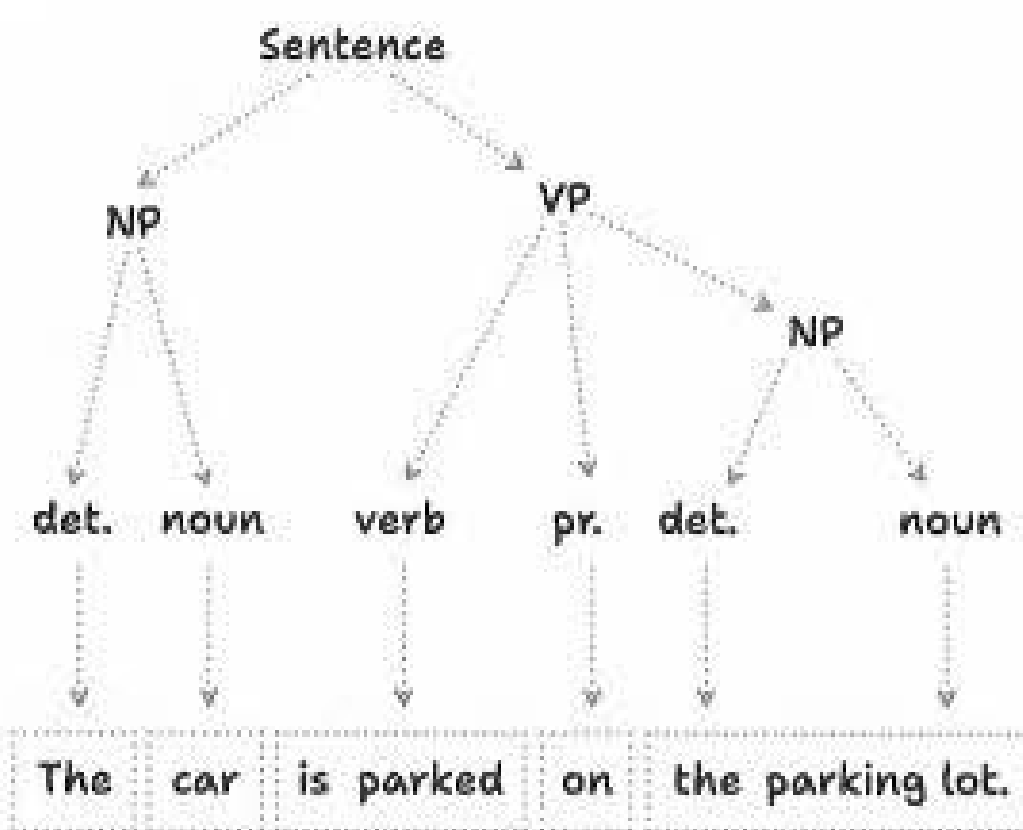




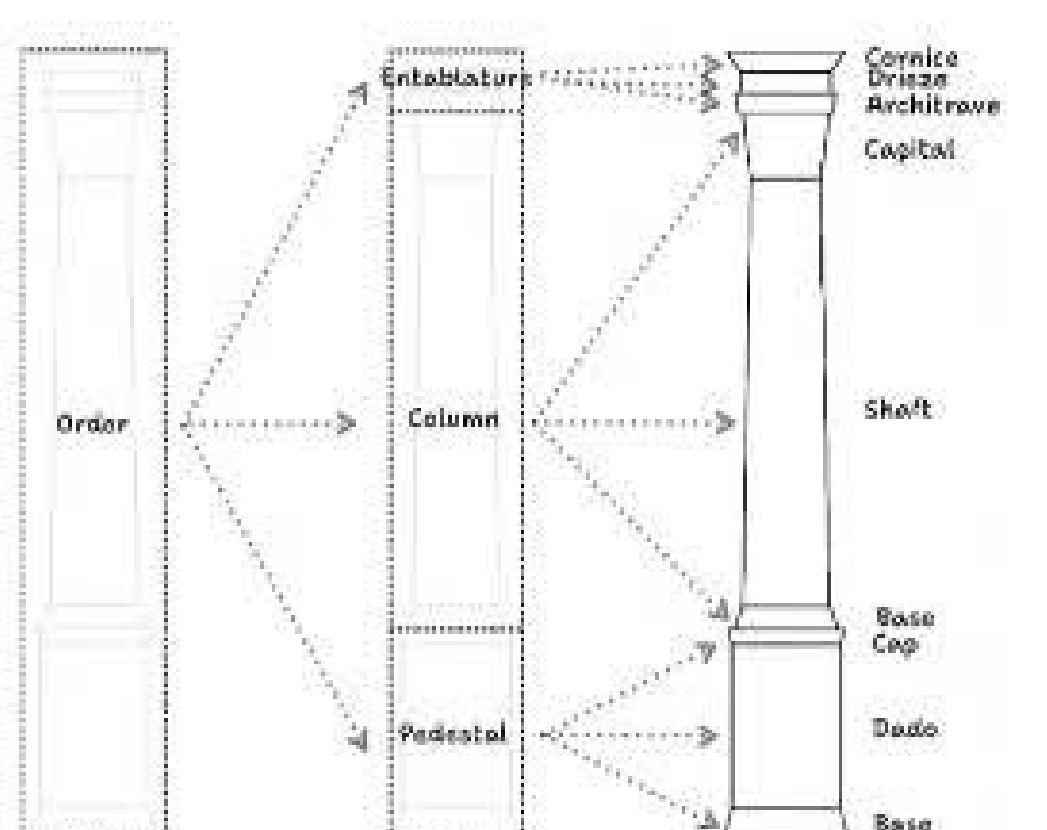
"No Function, Just Form": CXEMA by Artem Matyushkin (2020)



...in Linguistics

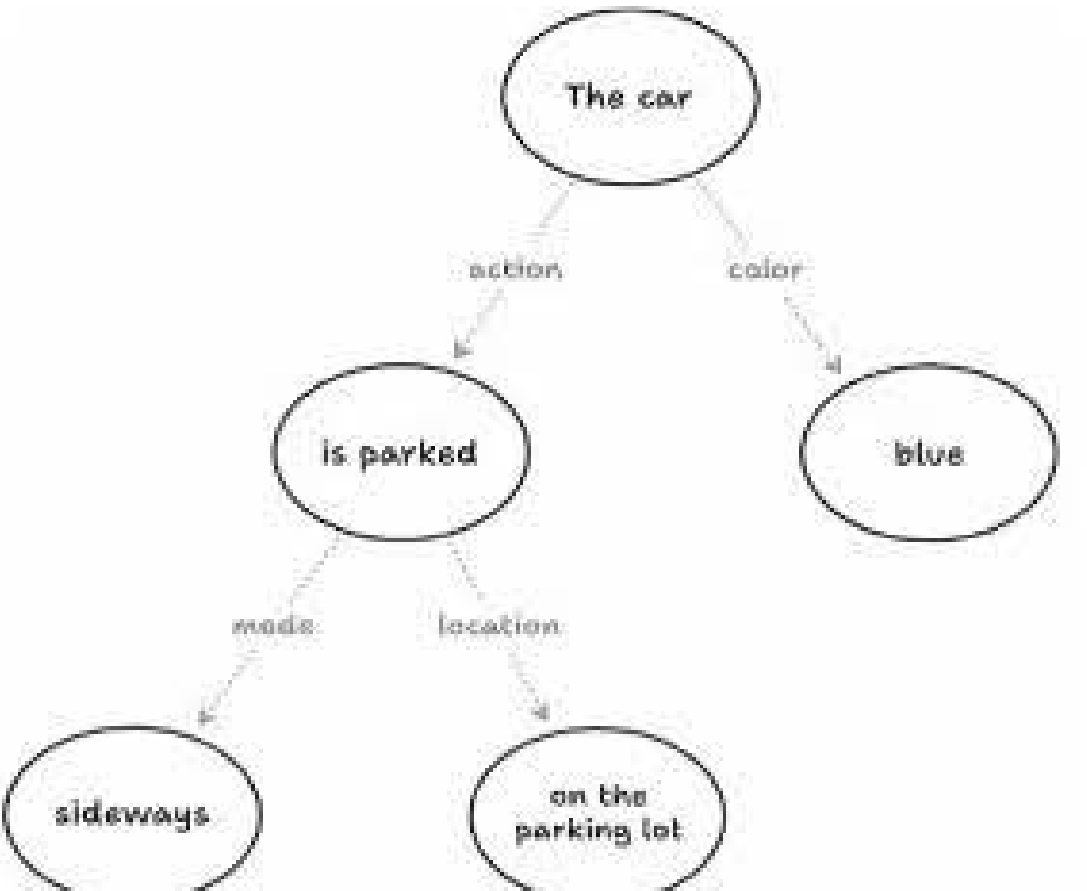


...in Architecture

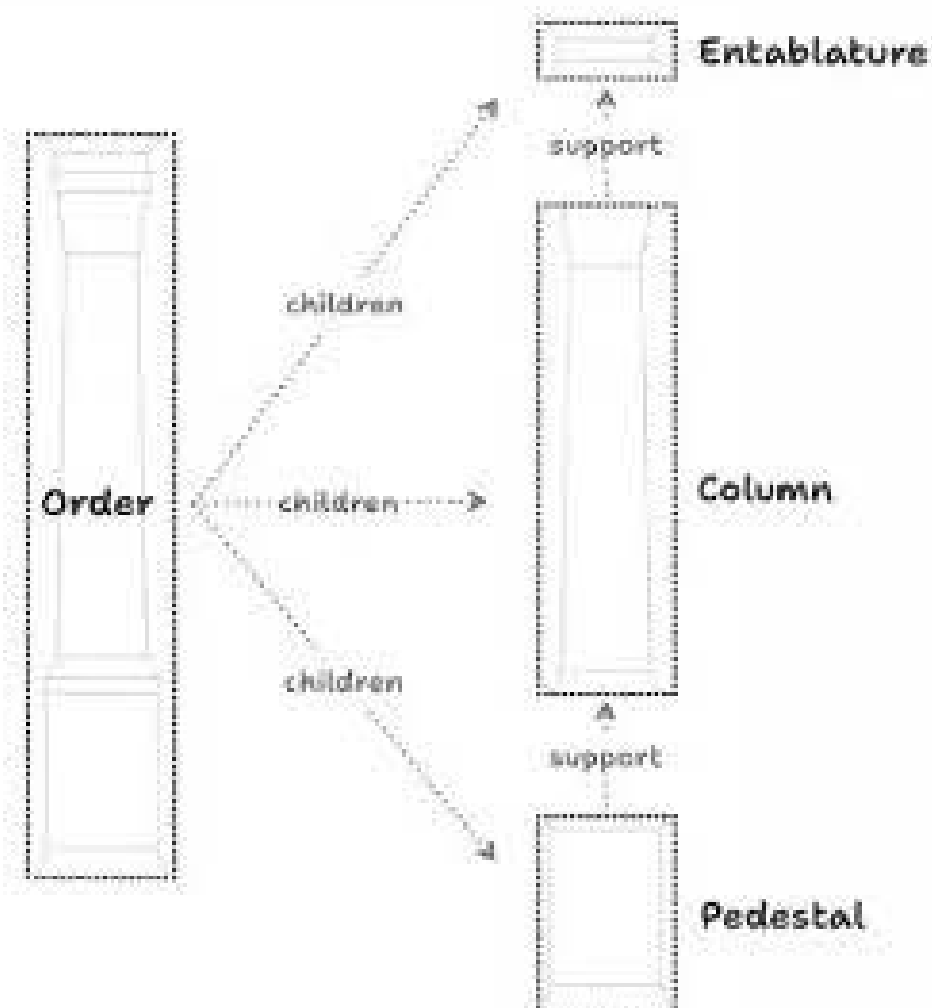


GRAMMAR

- Προώθηση βασισμένη σε κανόνες και μεταγλωσσισμούς
- Δημιουργία και ανάλυση αρχιτεκτονικών μορφών και προτύπων
- Συστηματικός τρόπος περιγραφής
- Σχήματα και μπιτς
- Παραγωγικότητα, αυτοματοποίηση
- Εξερρύτιση και δημιουργία
- Γραφικές αναπαράσεις
- Γεωμετρία και σύνθεση



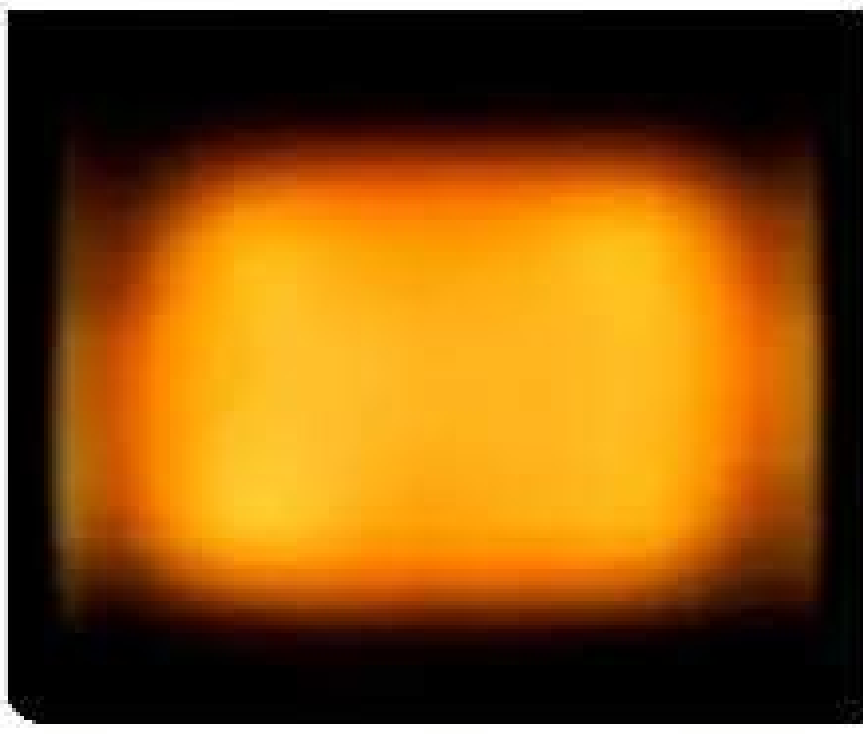
The blue car is parked sideways on the parking lot.



SEMANTICS

- Σημασία και ερμηνεία αρχιτεκτονικών στοιχείων και χώρων
- Ποιότητα και υποκειμενική ανάλυση
- Ερμηνευτικές διαδικασίες
- Περιγραφές κειμένου, αφηγηματική ανάλυση

NON FINE-TUNED RESULTS

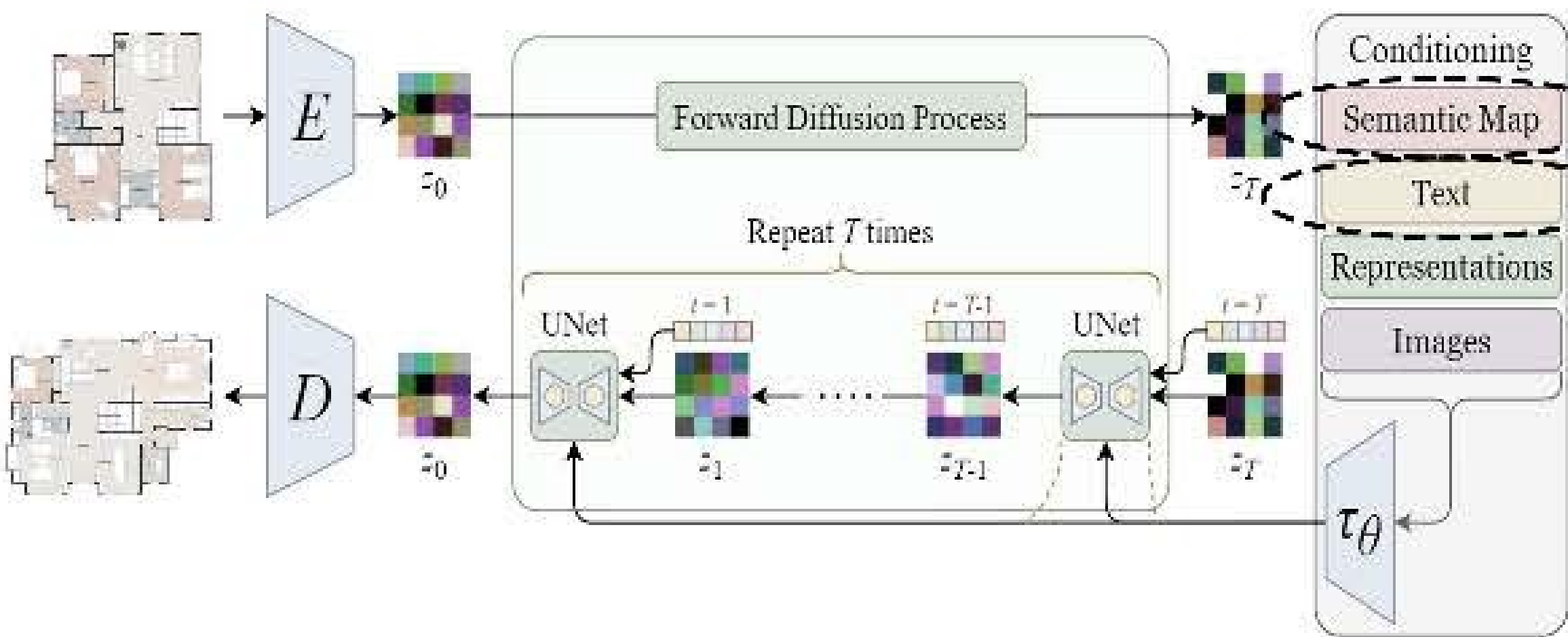


ΑΔΥΝΑΜΙΑ ΑΝΤΑΠΟΚΡΙΣΗΣ:

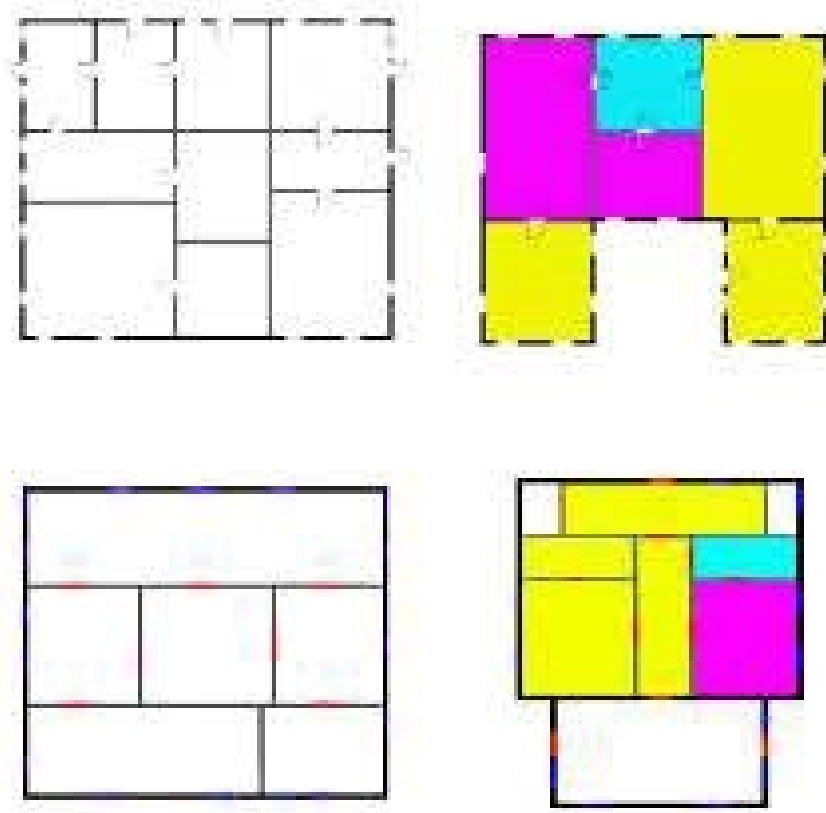
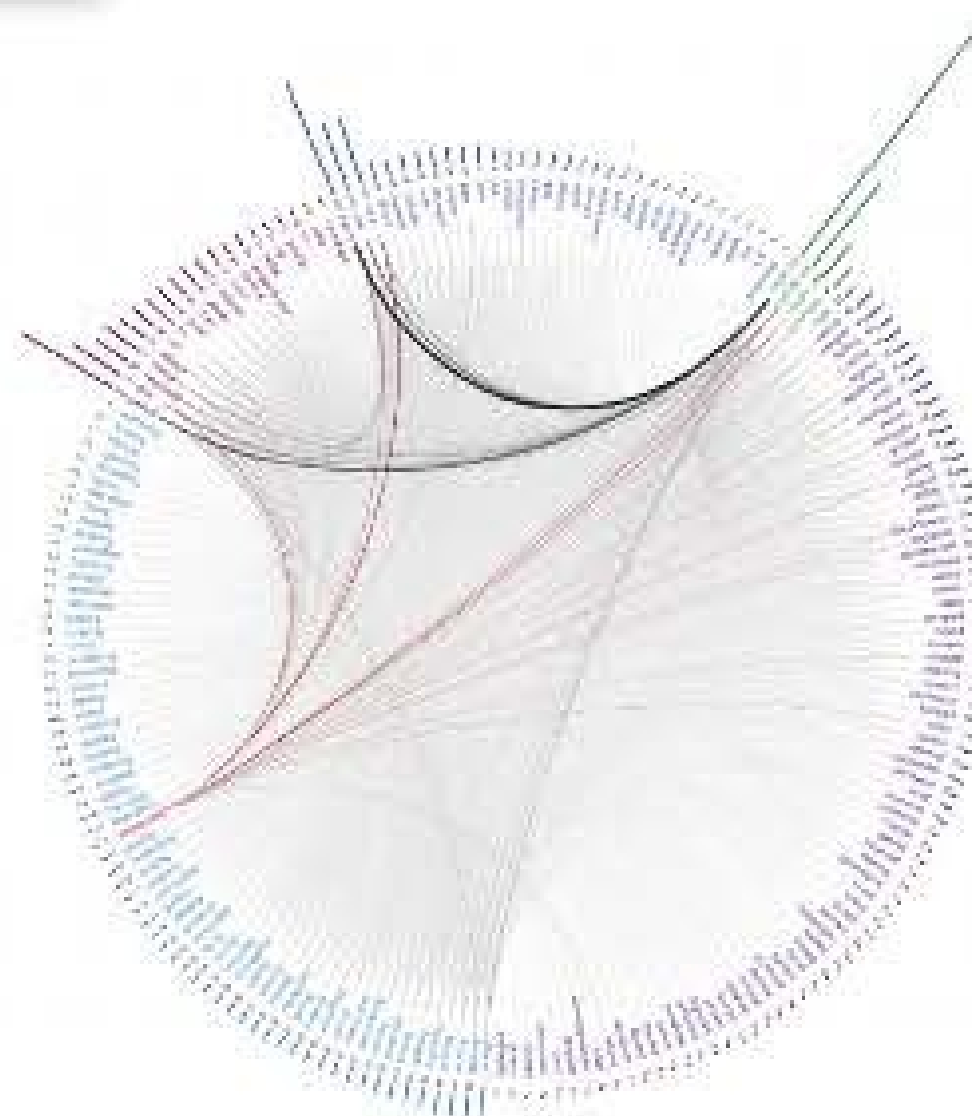
- Πολυπλοκότητα χωρικών πληροφοριών
- Σημασιολογική Κατανόηση (Semantic Understanding)
- Επιβολή περιορισμών
- Μετρήσεις αξιολόγησης
- Έλλειψη διαφορετικότητας
- Συγκεκριμενοποίηση

Τα Μοντέλα Διάχυσης (Diffusion Models) μπορούν να δημιουργήσουν εικόνες παρόμοιες με το στυλ των εικόνων που έχουν εκπαιδευτεί. Μοντέλα Διάχυσης όπως το DALL-E 2, το Midjourney και το Stable Diffusion συνήθως εκπαιδεύονται σε τεράστια σύνολα δεδομένων από το Διαδίκτυο για αυτό και συγκεκριμένες διαδικασίες όπως ο σχεδιασμός κατόψεων δεν βρίσκουν επαρκή ανταπόκριση σε αυτά τα σύνολα δεδομένων. Συχνά, λοιπόν απαιτείται η εξειδίκευση του μοντέλου για την βελτιστοποίηση των αποτελεσμάτων. Όμως, η εκπαίδευση του μοντέλου για συγκεκριμένες περιπτώσεις χρήσης αποτελεί επίπονη και κοστοβόρα διαδικασία. (Για παράδειγμα, το Stable Diffusion εκπαιδεύεται σε 160 εκατομμύρια εικόνες που απαιτούν 150.000 ώρες δοκιμών που ισοδυναμούν με περίπου 11.250 kg CO2.)

FINE-TUNING METHODS



Σημασιολογική κωδικοποίηση (Semantic Encoding)
Βελτίωση των prompts



FINE-TUNED RESULTS



Η σημασιολογική κωδικοποίηση φαίνεται να βελτιστοποιεί παράγοντες όπως η συνοχή, η κλίμακα και η ανταπόκριση στα ζητούμενα, ενώ παράλληλα προσφέρει ένα μικρό βαθμό ελέγχου στην παραμετροποίηση των πολύπλοκων διαδικασιών που λαμβάνουν χώρα στο εσωτερικό των Μοντέλων Διάχυσης. Αφαιρεί, ωστόσο, ένα μεγάλο μέρος της δημιουργικής ελευθερίας/παραγωγικότητας. Τα αποτελέσματα που ελήχθησαν μετά την εφαρμογή μεθόδων Επεξεργασίας Φυσικής Γλώσσας, την επιμέλεια και μελέτη, δηλαδή, της αντίδρασης του μοντέλου στο εκάστοτε αρχιτεκτονικό λεξιλόγιο (prompt tuning), τα εικονογραφικά αποτελέσματα βελτιστοποιήθηκαν θεαματικά.

SEMANTIC ENCODING

VOCABULARY CURATION



PROMPT

/imagine a highly detailed, intriguing visualization of an underground residence carved into the rocky cliffs of a remote island, taking inspiration from ancient cave dwellings.

Highlight the interplay between the natural rock formations and the modern architectural elements.

Set your professional camera to aperture priority mode, f/8, ISO 200, and use a macro lens to capture the textures of the rock surfaces. -v 5.1

SEMANTIC MAP

[Imagine]

--- [Highly Detailed, Intriguing Visualization]

--- [Underground Residence]

--- [Carved into Rocky Cliffs]

--- [Remote Island]

--- [Inspiration from Ancient Cave Dwellings]

--- [Interplay between Natural Rock Formations]

--- [Modern Architectural Elements]

--- [Set Your Professional Camera]

--- [Aperture Priority Mode]

--- [f/8]

--- [ISO 200]

--- [Use Macro Lens]

--- [Capture Textures of Rock Surfaces]

