Zeitschrift: Das Werk : Architektur und Kunst = L'oeuvre : architecture et art
Band: 58 (1971)
Heft: 8: Schulhäuser

Artikel: Die Architekturmaschine
Autor: [s.n.]
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-45069

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

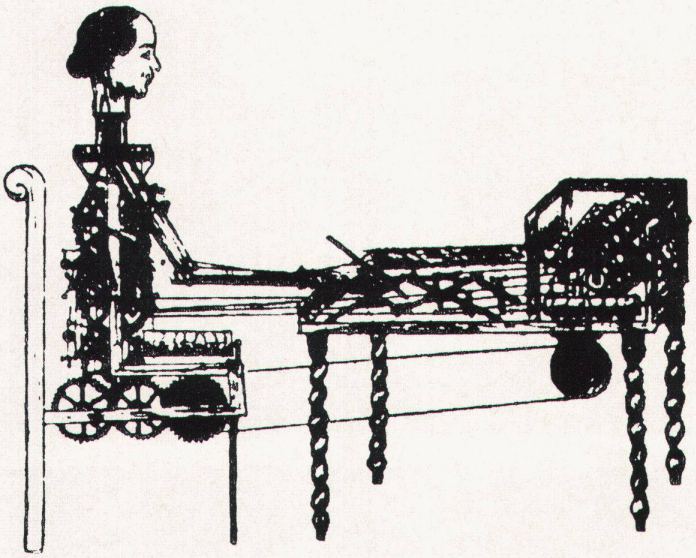
Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Die Architekturmaschine



1

Auszüge aus dem Buch «The Architecture Machine» von Nicolas Negroponte, The MIT Press, 1970 Cambridge, Mass., and London, England

Ausgewählt und aus dem Englischen übersetzt von Raymond Ullmann

Vorwort zu einem Vorwort

Sie werden finden, daß dieser Aufsatz immer Anfang ist und nie Ende.

Die meisten Maschinen, über die ich spreche, existieren gegenwärtig nicht. Die folgenden Kapitel sind vor allem Extrapolationen in die Zukunft anhand von Versuchen mit verschiedenen computergesteuerten Designsystemen, insbesondere mit URBAN 5. Maschinen können dem Entwurfsprozeß auf drei mögliche Arten eine wertvolle Hilfe sein:

1. Allgemeine Prozesse können automatisiert, also beschleunigt und verbilligt werden bezüglich existierender Verfahren.
2. Existierende Methoden können verändert werden gemäß den spezifischen Merkmalen und Eigenschaften einer Maschine, wobei nur diejenigen Aspekte berücksichtigt werden können, die mit der Maschine vereinbar sind.
3. Der Entwurfsprozeß, als evolutionsfähig betrachtet, kann einer ebenfalls evolutionsfähigen Maschine zugeordnet werden, und gegenseitiges Training, Förderung und Wachstum kann entwickelt werden.

In der Folge werde ich nur die dritte Alternative betrachten; ich werde das Problem als eine enge Vereinigung von zwei ungleichen Partnern (Mensch und Maschine), zwei ungleichen Prozessen (Entwurf und Berechnung) und zwei intelligenten Systemen (der Architekt und die Architekturmaschine) betrachten.

Die «Architekturmaschine» ist für den Studenten gedacht, für Leute, die daran interessiert sind, Probleme anzutasten, die sie nicht zu behandeln verstehen, Fragen zu stellen, die sie nicht beantworten können. Diese Arbeit ist das Resultat von Spielen und Versuchen mit guten und schlechten Ideen. Es ist nicht ein endgültiges Werk über Architektur mit Hilfe von Computern oder Roboter-Architekten.

Einführung

Humanismus durch intelligente Maschinen? «Computer-aided Design» kann nicht ohne Maschinenintelligenz geschehen und wäre auch ohne gefährlich!

Postulat einer Architekturmaschine:

Eine Designmaschine muß eine künstliche Intelligenz besitzen, weil jeder Designprozeß, jede Regel oder Wahrheit spärlich oder gar subversiv ist, wenn sie nicht im Zusammenhang mit dem Kontext, oder ohne den Kontext zu beachten, angewendet wird. Daraus folgt, daß ein Mechanismus den Kontext erkennen und verstehen muß, bevor er eine Operation ausführen kann. Das verlangt, daß eine Maschine fähig sein muß, durch Kontextänderungen hervorgebrachte Bedeutungsänderungen zu erkennen, also intelligent sein muß. Um dies tun zu können, muß sie mit komplizierten Fühlorganen, Werkorganen und Leitorganen bestückt sein, um die Wirklichkeit direkt und indirekt zu betrachten. Obwohl es jetzt für eine Maschine schwierig ist, anpaßbare Methoden zu haben, kann sie so verwendet werden, daß sie Informationsteile individuell und im Detail behandelt. Eine solche Maschine kann auf lokale Situationen eingehen (eine Familie, die umzieht, eine Wohnüberbauung, die expandiert, ein Einkommen, das abnimmt). Sie könnte darüber berichten und sich spezifisch mit dem Einzelnen und Einzigartigen befassen.

Menschliche Designer sind dessen nicht fähig. Menschen lernen Einzelheiten und erinnern sich an Allgemeines, studieren Spezifisches und handeln im Generellen, in diesem Fall treten Allgemeines und Einzelnes in Konflikt miteinander.

Das Problem ist deswegen zweiseitig:

1. Architekten können nicht großmaßstäbliche Probleme behandeln, weil sie zu komplex sind.
2. Architekten ignorieren kleinmaßstäbliche Probleme, weil sie zu ungewöhnlich und individuell sind.

2

2
Spricht der Mensch mit Maschinen? – Richard Hessdorfer installierte Fernschreiber in Ghettowohnungen von Boston. Die Bewohner begannen sogleich eine Konversation mit dem angeschlossenen Computer über Vermieter, Straßen, Schulen und ähnliches

2
L'homme parle-t-il avec les machines? – Richard Hessdorfer a installé des téléscripteurs dans les logements d'un ghetto bostonien. Les habitants ont immédiatement engagé avec l'ordinateur central une conversation sur les locataires, les rues, les écoles et d'autres sujets

2
Does man talk with machines? – Richard Hessdorfer installed telex apparatus in ghetto homes in Boston. The residents at once began a conversation with the connected computers on landlords, streets, schools and the like

Architekten scheinen nicht gut trainiert zu sein, um die ganze urbane Szene zu überschauen; sie scheinen auch nicht in der Beobachtung des Bedarfs des Einzelnen, der Familie, des Besonderen gewandt zu sein. Aber Architekten handeln mit Problemen in Hausgröße, eine Art Angelegenheit, die allzu oft mit generellen Zielen konkurriert und gleichzeitig persönliche Bedürfnisse in antihumanen Strukturen zu befriedigen versucht. Das Resultat ist ein urbaner Monumentalismus. Der Grund davon ist der große Unterschied im Umgang mit dem Maßstab der Masse und dem des Individuums, dem Maßstab der Stadt und dem des Zimmers. Deswegen kann eine menschliche Umwelt nur in Zusammenarbeit mit Maschinen erreicht werden, Maschinen, von denen man glaubte, sie seien inhumane Geräte, die aber in Wirklichkeit intelligent mit den winzigen, individuellen, immer sich ändernden Informationseinheiten (bits) umzugehen wissen, die die Identität jedes Städters sowie die Kohärenz der Stadt wiedergeben.

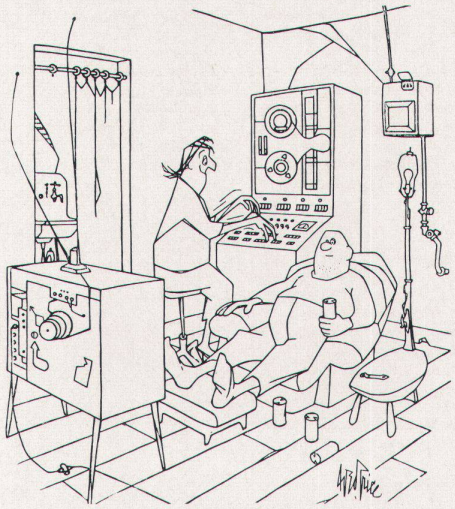
Die folgenden Experimente sind Teile des Projekts «Die Architekturmaschine» der MIT-Architektur- und Planungsschule, die durch das neugegründete «Urban Systems Laboratory» betreut wird.

Die Projekte konzentrieren sich um eine «Satellite computing facility», die betrieben wird durch einen Computer Interdata Modell 3 mit 16 K-Gedächtnis, das mit einem ferngesteuerten Time Sharing Service IBM 360/67 verbunden ist. Die Experimente betreffen primär «Interfaces», die erste Gruppe zwischen Computer und physischer Welt, die zweite zwischen Computer und Mensch.

Aspekte des Design-Prozesses

Von der Perspektive zur Holographie

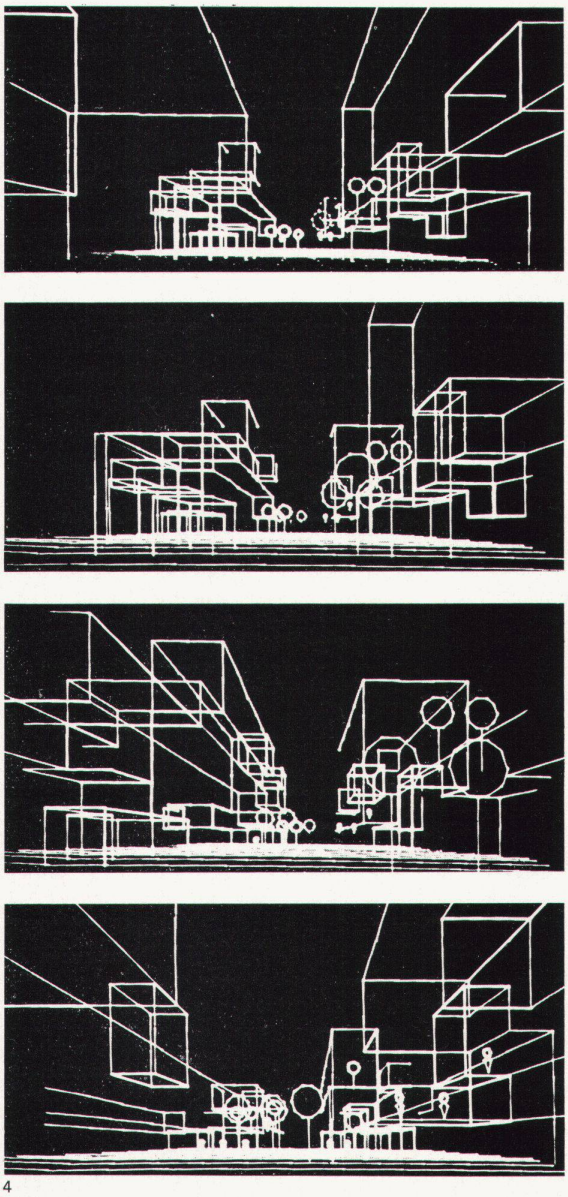
Der Computer ist ein geeignetes Mittel für die Produktion von Perspektiven. Diese Perspektiven wurden zuerst mittels automatischer Zeichner hergestellt, diese wurden dann durch Leuchtschirme ersetzt. Eine rapide Folge von Bildern (16 bis 20 pro Sekunde) gibt einen filmähnlichen Eindruck einer Wanderung durch die Umgebung. Angenommen, wir sehen eine solche Perspektive auf einem Leuchtschirm, so erscheint sie wie ein



1
Quelle: Editions du Griffon, Neuchâtel

3
Karikatur von George Price für «Business Week»

3



4

4
Eine Sequenz von Bildern, die URBAN 5 in Zusammenarbeit mit dem Architekten Ted Turano zeichnete. Die Linien sind noch roh, Kreise sind Vielecke, Geraden sind aus Strichen zusammengesetzt; man könnte das verfeinern. Dieses Hilfsmittel wurde in wenigen Tagen gebaut

4
A sequence of pictures drawn by URBAN 5 in association with the architect Ted Turano. The lines are still rough, circles are polygons, straight lines are assembled from dashes, it could be refined on. This auxiliary aid was built in only a few days

4
Séquence d'images dessinées par URBAN 5, en collaboration avec l'architecte Ted Turano. Les lignes sont encore grossières, les cercles sont des polygones, les droites se composent de traits successifs: le tout pourrait être perfectionné. Ce système a été construit en quelques jours

wildes Gebilde von Linien, die die skelettartige Gestalt einer Struktur repräsentieren. Larry Robert hat 1963 die physisch unsichtbaren Linien entfernt. David Evans hat 1967 Grautöne eingeführt. In einem Vertrag mit der NASA hat General Electric's Electronics Laboratory, Syracuse (New York), einen spezifischen Computer entwickelt, der es einem Beobachter erlaubt, sich durch ein fiktives Environment zu bewegen (in Farben und in «real time»), indem er einen Steuerknüppel bedient. P. Kamnitzer ist daran, dieses System den urbanen Darstellungssimulationen anzupassen.

Die Rolle der Perspektive als gewöhnlicher Prozeß, um dreidimensionelle Gebilde in der Fläche darzustellen, wird in den nächsten Jahren (seit April 1968) sicher an Bedeutung verlieren. Coons behauptet: «In einigen Jahren werdet ihr Architekten fähig sein, euch in einem Raum zu bewegen; eine Ebene oder eine Fläche wird in Licht vor euch erscheinen. Ihr werdet die Möglichkeit haben, ein Gebäude in Licht zu bauen, so daß ihr euch rundherum bewegen und es verändern könnt» (Herzberg, 1968). Ivan Sutherland ist daran, eine Maschine zu entwerfen, die die Illusion gibt, sich um und in visuellen Modellen zu bewegen. Dieses Gerät ist ein kleiner Helm mit zwei kleinen Lichtschirmen in Brillengröße, mit Prismen versehen, der es erlaubt, stereoskopische Bilder der Kopflage des Trägers entsprechend zu verändern. In diesem Fall wird die Position des Zuschauers durch drei Antennen bestimmt, aber die Bewegung könnte auch leicht mit einem fiktiven Wagen verbunden sein, den der Zuschauer durch eine Stadt, die in der rechten Welt nicht existiert, lenken würde; mit Hilfe von Halbtönen, Farben und «real time» gäbe diese Technik eine vortreffliche Simulation der visuellen Welt. Sutherlands System erlaubt auch, mit Hilfe von Prismen ein Projekt auf die reelle Welt zu projizieren.

Herstellung von Projektvorschlägen

Für einige engstirnige Architekten ist eine Maschine, die dreidimensionale Lösungen herstellt, unmoralisch, unmöglich und bedroht die Architekten in ihrem Beruf. Grund dazu ist die Meinung des Architekten, der exklusive Übersetzer menschlicher Bedürfnisse in physische Formen zu sein. Als physische Formen versteht d'Arcy Thompson (1917) das Ergebnis mehrerer Wirkungskräfte, die durch veränderbare Größe gesteuert sind zu einem bestimmten Zeitpunkt. Im urbanen Kontext aber überschreiten diese Kräfte oft den menschlichen Verstand. Eine Maschine dagegen könnte Formen schaffen, die mehreren von diesen heterogenen und sehr schwierig überblickbaren Kräften entsprechen. Ein solcher Kollege wäre kein Grund zum Verlust des Berufes, sondern vielmehr ein die Imagination des Architekten anregendes Mittel, indem er Alternativen von möglichen Formen vorführt, die der humane Designer nicht visualisiert hat oder nicht hätte visualisieren können.

Es gibt zwei verschiedene Typen von möglichen Lösungsvorgängen:
die einen lösen Probleme mit wenigen «Constraints»;
die andern lösen solche mit vielen «Constraints».

Die Probleme mit wenig «Constraints» (selten in Architektur) bieten eine weite Palette von möglichen Lösungen. Die Kriterien sind in mehreren Alternativen erfüllt. Diese Alternativen müssen dann durch den Architekten mit Hilfe «intuitiver» Mittel bewertet werden, mit selektiven Kriterien, die er nicht versteht oder die er der Maschine nie vorgeführt hat.

In einem Problem mit vielen «Constraints» ist der schöpferische Mechanismus mit einer so großen Menge von Kriterien dargestellt, daß keine einzige Form vollkommen befriedigend ist. Bei der Herstellung einer Lösung sucht man diejenigen, die die «Constraints» am meisten verringern, die dem optimalen Zustand von viel Freude und wenig Reibungen am nächsten kommen. Die resultierende Form ist ein Kompromiß von Kriterien, bei welchen die «Constraints» am wenigsten antagonistisch zueinander sind.

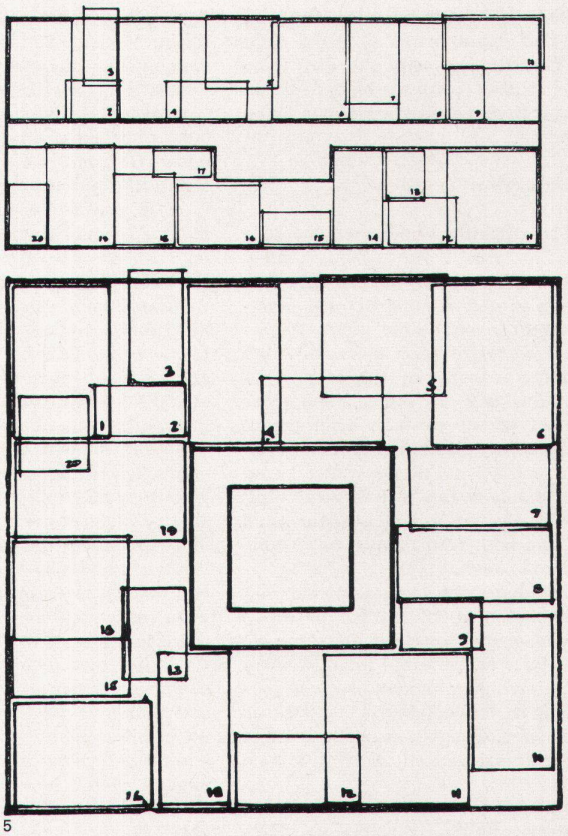
GRASP
Dieses Computerprogramm gibt nur Lösungen bei Situationen mit wenig «Constraints», bei welchen der Benutzer alle Dimensionen definiert; die überbauten Flächen, Dichten, Kosten und Aspekte der Privatheit.

COMPOGRAPH 3
Der Benützer erarbeitet eine dreidimensionale Matrize als Input, bei welcher er Größe und funktionelle Zusammenhänge festlegt. Nachdem die Form der Hülle radial oder linear spezifiziert ist, schafft die Routine schematische Pläne Geschoß nach Geschoß. Dieses spezielle Programm ist aber im Lichte der Fortschritte der Computerwissenschaft fraglich.

RUMOR
In diesem Programm wird eine Matrize der Zusammenhänge für jedes Kriterium aufgestellt.

LEARN
ist ein Beispiel von Lösungserzeugung, das durch eine Gruppe von Architekturstudenten des MIT, die über keine Programmierkenntnisse verfügten, entwickelt wurde. LEARN beobachtet die Aktivitäten des Designers, in dem es zehn einfache Lösungen untersucht. (In diesem Fall waren zehn Modelle aus Würfelzucker auf Lochkarten durch die Koordinaten *x, y, z* der Mittelpunkte der festen und der leeren Körper beschrieben.) Nach der Beobachtung dieser zehn Modelle wurde die Maschine beauftragt, eine eigene Lösung herzustellen. Interessant an diesem Beispiel ist die Tatsache, daß die Kriterien zuerst durch die Form definiert und dann in der Herstellung von Alternativen angewendet wurden. Das Experiment wurde weitergeführt: man verlangte eine zwölfte Lösung, eine dreizehnte und so weiter. Nach Ausführung von 5000 verschiedenen Lösungen zum gleichen Problem hat die Maschine keine grundverschiedenen Lösungen mehr produziert. Die «Überzeugung» der Maschine war sozusagen so stark, daß die letzten 1000 Lösungen nur noch sehr geringe Unterschiede aufwiesen.

GROWTH
(auch ein studentisches Projekt) operiert in einem weiteren Arbeitsfeld (ungefähr eine Quadratmeile) als LEARN und berücksichtigt die spezifische Methode des Designers nicht. Die vorgeschlagenen Lösungen sind periodische Schnappschüsse von Entwicklungsetappen. Der Computer verwendet das Prinzip der «Einflüsse», bei dem der Status jedes Elementes (fest oder leer) durch seine Überzeugung, zu sein, was es ist, oder zu sein, was es nicht ist, bestimmt ist. Sobald ein festes Element ein leeres wird oder das Gegenteil, können Einflußvariationen entstehen, die die Überzeugung der Nachbarelemente teilweise oder ganz verändern können. Als Beispiel könnte ein einziger Kubus, der sich mitten in

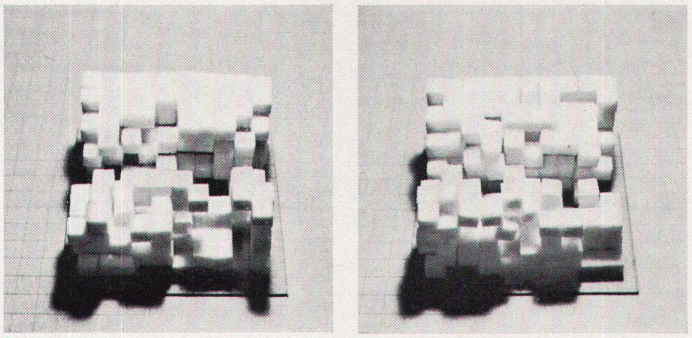


5

5
Zwei Produkte von COMPOGRAPH 3 von Teicholz und Follett für die Architekten Perry, Dean und Stewart. Der Architekt gibt als Input eine Matrix, welche Größe und funktionelle Beziehungen definiert (Quelle: Harvard Laboratory for Computer Graphics)

5
Deux produits de COMPOGRAPH 3 de Teicholz et Follett pour les architectes Perry, Dean et Stewart. L'architecte fournit pour l'«input» (entrée) une matrice définissant les dimensions et les rapports fonctionnels (Source: Harvard Laboratory for Computer Graphics

5
Two products of COMPOGRAPH 3 by Teicholz and Follett for the architects Perry, Dean and Stewart. The architect supplies as input a matrix which defines size and functional relations. (Source: Harvard Laboratory for Computer Graphics)



6

6
Outputs von LEARN zu zwei verschiedenen Zeitabschnitten

6
Outputs de LEARN pour deux séquences de temps

6
Outputs of LEARN at two different time intervals

einem weiten Feld befindet, seine leeren Nachbarn beeinflussen, von ihrem leeren Zustand nicht mehr so fest überzeugt zu sein, und deswegen die Wahrscheinlichkeit vergrößern, daß sie in einer der nächsten Entwicklungsetappen ihren Zustand verändern.

Ereignis – Simulation

Wenn genügend empirische oder experimentelle Regeln eines Prozesses bekannt sind, können Maschinen geschaffen werden, die den Charakter dieses Prozesses aufnehmen und sich einem fiktiven Ereignis unterziehen: «Simulation». Die Simulation von Ereignissen kann auf zwei Arten dem Architekten eine wertvolle Hilfe sein.

Wenn der Designer die Entwicklung eines Ereignisses nicht genau versteht, kann er mit Regeln und Gesetzen spielen, um deren Verhaltensmuster zu entdecken; dieses Mittel bringt dem Designer die notwendige Information zur Veränderung der Regeln, indem er gleichzeitig die positiven und negativen Folgen dieser Veränderung erkennen kann.

Designer werden eines Tages fähig sein, ihr Projekt der Simulation zu unterwerfen, um einen Tag, eine Woche, einen Monat, ein Jahr lang die Auswirkungen ihrer Eingriffe auf irgendwelcher Ebene (Stadt, Einwohner, Verkehr usw.) zu prüfen. Gegenwärtig ist der Verkehr das Ereignis, das am einfachsten simulierbar ist; es bildet schon in sich selbst eine komplexe und wichtige urbane Situation.

Zwei sehr einfache Verkehrsmodelle wurden von MIT-Studenten für die Simulation von Fußgängerbewegungen aufgebaut.

Das erste Modell beschreibt drei Parameter: Raum (Funktion, Kapazität, Wunsch), Verkehr (Richtung, Kapazität, Bedürfnis) und Menschen (Ankunft, Abfahrt, Enttäuschung). Dieses physische Modell kann verändert und manipuliert werden, um Lösungen anzugeben, die die geringsten antagonistischen Verkehrsmerkmale aufweisen. In diesem Beispiel beschreiben die Simulationstechniken eine Menge von Personen, ganze Gruppen, die sich in einem Zyklus von Raum zu Raum bewegen.

Das zweite Beispiel ordnet variable Parameter zu jedem einzelnen Fußgänger. Die Charakteristiken von Wunsch und Ziel kontrollieren die simulierte Bewegung jedes Fußgängers unter Berücksichtigung seiner Umgebung. Der Student kann die Frustrationen und die lokalen Reibungen beobachten, die nicht nur durch die physische Form, sondern auch durch die verschiedenen individuellen Persönlichkeiten der andern Fußgänger im selben Raum hervorgebracht werden.

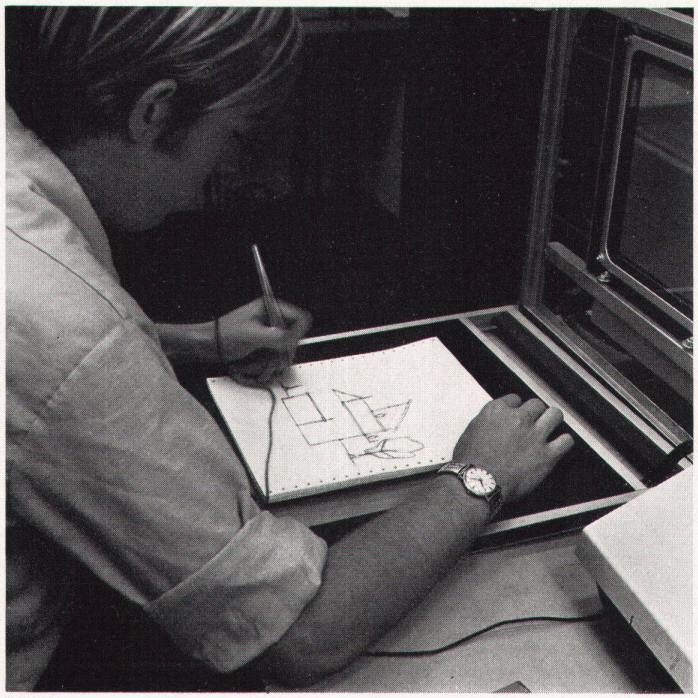
Beide Projekte bieten trotz ihrer Einfachheit wertvolle Methoden für Prognosen. Wenn Simulationstechniken Teil einer Architekturmaschine sind, können physische Strukturen innerhalb ihrer Umgebung getestet werden. Mit anderen Worten: wenn eine Änderung für die Umgebung vorgesehen ist, kann sie getestet werden, indem ihre Konsequenzen in der Zeit, aber in einer schnelleren, unrealen Zeit, beobachtet werden. Im allgemeinen bildet eine veränderte Nachbarschaft sofort neue Bedürfnisse, und das vorgesehene gültige Ereignis wird auf diese Weise sehr oft unwirksam oder gar null: solche Negationen können vermieden werden. Die aufeinander wirkenden Effekte und Ereignisse, Wünsche und Resultate können beobachtet und in Simulationsprozesse einbezogen werden.

URBAN 5

Abstraktionen

Das ursprüngliche Ziel von URBAN 5 war naiv und einfach. Es war Wunsch und Ausführung eines Gesprächs mit einer Maschine über einen Entwurf in der Umwelt; mit einer Maschine, deren Antworten auf umfangreicheren Informationen basieren als des Benützers eigene Erfahrung. Wir nahmen an, daß der Benützer (Architekt) noch keine Erfahrungen mit Computern besitzt. Also mußte URBAN 5 imstande sein, mit einem Architekten in verständlicher Sprache zu kommunizieren. Um dies zu erlauben, haben die Autoren des Systems zwei Sprachen gewählt: Englisch (Eingabe durch Schreibmaschine) und eine graphische Sprache (Leuchtschirm und Leuchtstift). Die Notwendigkeit einer graphischen Sprache machte es ersichtlich, daß URBAN 5 einige, wenn nicht alle Probleme durch das Mittel einer geeigneten Abstraktion behandeln sollte; die Grundlage der ausgewählten Geometrie bildet der Kubus mit einer Seitenlänge von 10 Fuß.

Dieses Blockbausystem verringert den urbanen Design in solchem Maße, daß URBAN 5 erkennen mußte, daß sie eine entworfene Umwelt nur simulieren kann. Diese graphische Abstraktion hat einige Probleme verzerrt; dafür hat diese Vereinfachung Fortschritte ermöglicht, die durch jeglichen Versuch vereitelt worden wären, eine umfassende graphische Maschinensprache zu verwenden. Die damit erreichten experimentellen Resultate beinhalten Informationen, die nur für abstrakte Probleme relevant sind. URBAN 5 ist nicht imstande, wirkliche Designprobleme zu behandeln, es ist ein Versuchsspielzeug; unser Spiel damit war ein lehrender Versuch.



7

graphical

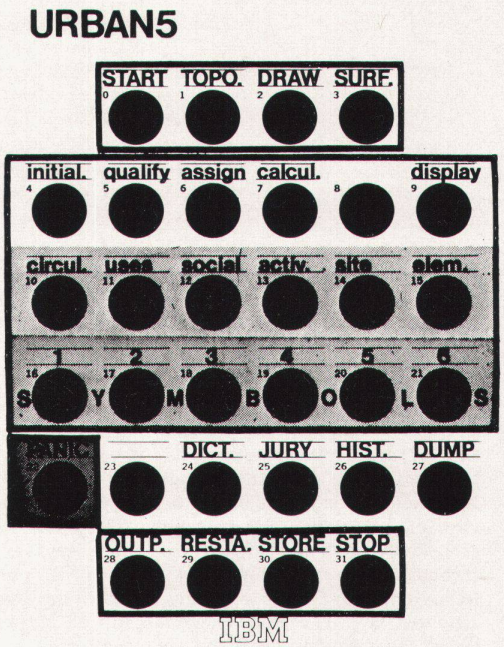
contextual

operational

symbolic

therapeutic

procedural



8

«Modes» (Arbeitsweise)

Eine «Mode» ist durch den Benützer bestimmt, indem er auf ein oder mehrere sich zu seiner linken befindenden Knöpfe drückt. Diese Knöpfe senden Signale zur Maschine, die einen beträchtlichen Aktivitätswechsel bestimmen. Jedem «Mode» entspricht eine Reihe von maschinenbestimmten oder benützerbestimmten Textknöpfen (Verben), die wie ein Menü von leuchtenden Knöpfen erscheinen, die zusammenhängende Operationen bezeichnen. Das Einschalten eines einzigen Leuchtknopfes kann dieses Worte-Menü ändern und die potentielle Anzahl der Operationen pro Kontext bis ins Unendliche steigern.

TOPO zeigt zum Beispiel einen Lageplan, der als ein Höheraster erscheint, den der Designer mit seinem Leuchtstift so manipulieren kann, daß eine gekrümmte Fläche, die seiner Topographie ähnlich wird, entsteht.

DRAW, ein separater «Mode», erlaubt die Behandlung 1. von Visualisations-«Modes» (orthogonal, Perspektiven), 2. von Ebenen (Maßstab, Rotation, Translation), 3. physikalischen Elementen (feste Körper, leere Räume, Dächer, Leute, Bäume, Fahrzeuge). Wenn im DRAW-«Mode» zwei Kuben tangential zueinander stehen, so sind die sich berührenden Flächen eliminiert, so daß sie ein kontinuierliches Volumen bilden, das ein inhärenter Teil einer äußeren Membran ist. Deswegen muß der Designer, um weitere äußere Flächen oder um interne Flächen addieren zu können einen neuen Kontext-«Mode» benützen: SURFACE-«Mode». Im SURFACE-«Mode» kann jeder einzelnen Fläche eines Kuben eine der vier folgenden Charakteristiken zugeschrieben werden: fest, unterteilt, durchsichtig oder nicht vorhanden. Jede dieser Flächenarten kann mit oder ohne Zugang-Attribut versehen sein.

Die nächsten drei Knopfreihen sind unabhängige «Modes». Die Kombination einer Operation mit einem Kontext, mit einer Menge von Symbolen verlangt ein «Mode». Zuerst sind diese «Modes» leere Behälter, damit der Designer seine eigenen Leuchtknöpfe bestimmen kann. Zum Beispiel: der Designer will qualifizieren (QUALIFY) in dem Kontext der Aktivitäten (ACTIVE): er drückt auf Knopf Nummer eins. In diesem Moment erscheint ein Zeiger rechts unter dem letzten Wort in der Liste der Leuchtknöpfe. Er kann dann ein neues Wort schreiben, das eine spätere Benützung in einer Operation, zum Beispiel f-o-o-t-b-a-l-l, finden wird. Sobald er «Football» geschrieben hat, erscheint eine Liste mit «Generics» (relevanten Faktoren) auf dem Bildschirm. Die «Generics» sind eine Funktion des Kontextes, in diesem Fall Aktivitäten, und erlauben dem Designer, sein Wort durch die relevanten qualifizierenden Wörter zu bestimmen. In diesem Fall beschreiben die «Generics» Altersgruppen, Tageszeit, Lärmpegel, Beteiligung und andere Charakteristiken, die eine Bedeutung für die Maschine haben. Später kann dieser selbstbestimmte Leuchtknopf als ein Zeitwort (einen Raum footballisieren) im Zusammenhang mit einer Zuteilung (ASSIGN) oder Berechnung (CALCUL) verwendet werden. Im CIRCULation-«Mode» kann die Maschine einen Fußgängerweg zwischen zwei Punkten des Gebiets simulieren. Ein Fußgänger überquert das Gebiet und probiert, von einem Punkt zum nächsten zu kommen, indem er nach einem vernünftigen oder wenigstens möglichen Weg sucht. Die Maschine berichtet über die Reisedistanz und Zeit, oder aber über die Unmöglichkeit des Weges infolge des Mangels an genügenden Elementen mit «Zugang». Ähnliche Simulationen existieren im Zusammenhang mit ELEMenten für den Sonnenstand und für Wachstumsmodelle.

Die nächste Knopfreihe, die therapeutischen, sind Anweisungs-«Modes», die dazu dienen, den Designer-Maschinenkontakt (Interface) so gesprächsähnlich und persönlich wie möglich zu machen.

Der PANIC-Knopf gibt zum Beispiel über das Vorgehen zur Benützung von anderen Attributen Bescheid sowie über den Wert der verbrauchten Computerzeit (Dollar). Die übrigen «Modes» sind primär prozeßorientiert. Das STORE-«Mode» erlaubt zum Beispiel Designstudien in kurz- oder langfristigen Speichergeräten aufzubewahren, ihnen einen willkürlichen Namen zu geben und sie in ein paar Hundertstelsekunden wieder zurückzurufen.

Der Kontext, der für ein intelligentes Benehmen so wichtig ist, ist explizit durch den menschlichen Designer eingegeben und nicht durch URBAN 5 implizit wahrgenommen.

Vorgehen mit Qualitäten

Außer den Eigenschaften «fest» oder «leer» sind für jeden Kubus (ob fest oder leer) zehn Charakteristiken vorgesehen, die über die folgenden Aspekte informieren: Sonnenlicht, Außenzugang, visuelle Privatheit, akustische Privatheit, Benützbarkeit, direkter Zugang, Klimakontrolle, natürliches Licht, Flexibilität und strukturelle Ausführbarkeit. All diese Qualitäten sind implizit den Elementen zugeschrieben, sozusagen ohne die Erlaubnis, das Einwirken oder sogar das Bewußtsein des Benützers.

URBAN 5 bestimmt automatisch das Zutreffen oder Nichtzutreffen dieser Eigenschaften, indem sie eine vorbestimmte Geometrie für jede Qualität benützt. Das heißt: wenn ein Kubus (mit Seitenlänge 10 Fuß) addiert wird (fest) oder weggenommen wird (leer), führt URBAN 5 stillschweigend eine Neuanordnung der lokalen und,

9

7
Die Zeichnung wird mit Stift auf den Computer übertragen

8
Schaltpult, durch welches die Modes von URBAN 5 gesteuert werden

9
Der Computer antwortet mit den entsprechenden Umzeichnungen

7
Le dessin est transmis à l'ordinateur au moyen d'un marqueur

8
Pupitre permettant la commande des «modes» d'URBAN 5

9
L'ordinateur répond par des modifications transposées dans le dessin

7
The drawing is transferred by pencil to the computer

8
Control desk by which the modes of URBAN 5 are directed

9
The computer answers with the corresponding conversion signs

wenn nötig globalen, Charakteristiken ein, zum Beispiel: das Hinzufügen eines Elementes wirft nicht nur Schatten über andere feste und leere Körper, sondern es könnte das natürliche Licht oder die visuelle Privatheit beeinträchtigen. Implizite Qualitäten werden gelegentlich zur Kenntnis des Designers gebracht; in den meisten Fällen aber muß er explizit den Kubus testen, um seine Qualitäten zu finden.

Explizite Qualitäten werden durch den Designer zugewiesen; es sind die Symbole, die er früher mit den kontextabhängigen «Generics» bestimmt hat. Jedes Element ist Träger von vier Symbolen irgendeines Kontextes.

Folgerichtigkeitsmechanismus

URBAN 5 sucht nach zwei Arten von Folgerichtigkeiten; sie sucht nach Konflikten und Unvereinbarkeiten in einem einfachen Flußdiagramm. Eine Unvereinbarkeits-Fehler-Meldung ist eine Bemerkung über eine Inkongruenz zwischen einer Designerhandlung und einem der Maschine eingeprägten Erfordernis. Eine Unvereinbarkeit kann dazu führen, daß die Maschine den Benützer anweist, aber die Handlung erlaubt, oder sie kann die Maschine im Falle eines großen Fehlers zum Verweigern der Handlung führen. Ein Kubus kann zum Beispiel in der Luft schwebend plaziert werden, die Maschine würde tatsächlich den Kubus zeichnen, aber gleichzeitig die Meldung durchgeben: «Zurzeit strukturell unmöglich.» Wird aber einer senkrechten Fläche explizit durch den Benützer das Attribut «Zugang» zugeordnet, wenn dazu keine waagrechten Flächen vorhanden sind, so weigert sich URBAN 5, die Qualifikation vorzunehmen, und benachrichtigt den Designer über das Problem.

Ein Konflikt ist eine von der Maschine entdeckte Inkonsequenz zwischen den vom Designer spezifizierten Kriterien und erzeugten Formen. Um eine Konstruktion anzugeben, muß der Designer das INITIAL-«Mode» anwenden, den Kontext beschreiben und auf den «Speak»-Knopf der Schreiberkonsole drücken; er kann dann ein Kriterium in englischer Sprache der Maschine eingeben. Wenn sie es versteht, fragt URBAN 5: «Wie wichtig ist dieses Kriterium?» Die Antwort des Designers erklärt der Maschine, wie oft sie das Projekt auf der Suche nach Übereinstimmung zwischen Kriterium und Form beobachten muß. Findet URBAN 5 einen Widerspruch zwischen dem, was gesagt wurde (linguistisch), und dem, was gemacht wurde (graphisch), so meldet sie, daß ein Konflikt eingetreten ist; sie berechnet des Designers Aufstellung der Kriterien und zeigt den gegenwärtigen Zustand. Der Designer kann dann vier verschiedene Wege einschalten:

1. Er kann die Form so ändern, daß sie kompatibel mit den Kriterien wird.
2. Er kann die Kriterien verändern, damit sie mit der Form kompatibel werden.
3. Er kann das Ergebnis aufschieben.
4. Er kann den Konflikt ignorieren (zum größten Ärger von URBAN 5!).

Diese Sorte Gegenspiel zwischen Form und Kriterium, Architektur und Maschine beginnt ein Zwiegespräch zu suggerieren. Wahrnehmungen von Inkonsequenzen werden von der Maschine während ihrer sekundären Arbeit notiert. Die Angaben von Kriterien werden seitens des Designers beraten.

Sekundäre Aktivitäten

Diese Art der Arbeit erschien nicht relevant bei der Schaffung von URBAN 5. Etwa mitten in der Erarbeitung des Systems wurde es aber klar, daß URBAN 5 parallel zum Benützer funktionieren sollte, damit sie ein interessanter Dialogpartner sein kann.

Während der Designer überlegt, übernimmt URBAN 5 nacheinander die fünf folgenden Aufgaben:

1. Sie sucht nach Konflikten.
2. Sie macht lange Rechnungen.
3. Sie besorgt den Outputprozeß.
4. Sie macht Haushaltarbeiten.
5. Sie spielt.

Wenn der Designer auf einen Knopf drückt, eine Nachricht eingibt oder den Leuchtstift benützt, unterbricht er eine dieser fünf Operationen, indem er die Aufmerksamkeit der Maschine anderswo fordert. Sobald die Maschine ihn bedient hat, kehrt sie zu ihrer unfertigen oder neubegonnenen sekundären Arbeit zurück.

Lange Operationen sind vom Benützer gestellte Designarbeiten, die mehr als nur ein paar Sekunden Maschinenzeit fordern. Erkennt URBAN 5 eine lange Aufgabe, so bringt sie diese in die Wartezone, wo sie dann aufgenommen wird, wenn die Maschine betriebsbereit ist.

Der allgegenwärtige Monitor

In URBAN 5 befindet sich ein Monitor (Überwacher), ein genereller Lauschmechanismus, der die Handlungen des Designers beobachtet. Der Monitor registriert die Anzahl Unterbrechungen, die Kontextsequenzen, die Zeit, die pro «Mode» gebraucht wird, und die Relevanz der sequentiellen Tätigkeiten. Der Monitor kontrolliert auch die Wartezone und den Unterbruchmechanismus; beide sind Funktion der Art und Natur der Handlung des Designers.

Entwicklung und Anpassungsfähigkeit

URBAN 5 wurde als ein selbstlernendes System konzipiert. Als erstes hat man angenommen, daß der Architekt-Benützer keine frühere Programmiererfahrungen besitzt. Später hat man noch angenommen, daß er nicht einmal ein Instruktionshandbuch gelesen hat.

Also sollte URBAN 5 ihre eigene Sprache lehren, mit dem Lehren lernen, sich durch das Lernen ändern und sich durch das Ändern adaptieren.

URBAN 5 empfängt einen Designer einzig mit dem beleuchteten Startknopf; als erste Frage will sie wissen, ob er noch keine Erfahrung im Umgang mit ihr besitzt. Ist es das erste Mal, so präsentiert die Maschine unaufgefordert eine Textseite, die das Vorgehen erläutert, wie die Hardware benützt werden soll, und was zu tun ist, wenn der Benützer steckenbleibt.

Auch beim erstmaligen Benützen eines «Modes» beschafft der Monitor automatisch ein paar Empfehlungen. Jedoch könnte sogar der Text dieser Empfehlungen in einer Sprache verfaßt sein, die dem Designer neu oder unklar ist. In diesem Fall kann er ein unverständliches Wort mit dem Leuchtstift (wie ihm gesagt wurde) anzeigen, und die Maschine zeigt einen neuen Paragraphen, der dieses Wort erklärt. Natürlich sind nicht alle Wörter intern definiert. Wenn einfache Wörter auftauchen, wird der Designer auf ein Wörterbuch hingewiesen.

Ein Beispiel:
Architekt: Alle Studios müssen Außenzugänge besitzen.
URBAN 5: Entschuldigung, ich verstehe nicht.
Architekt: Alle Studios müssen Zugang nach außen haben.
URBAN 5: Entschuldigung, ich verstehe nicht.
Architekt: Eine Einzimmerwohnung muß Außenzugang besitzen.
URBAN 5: Jetzt verstehe ich; im folgenden werde ich ab jetzt annehmen, daß Sie eine Einzimmerwohnung meinen, wenn sie Studio sagen.

Wenn Symbole durch den Designer bestimmt werden, sind auch sie in seinem persönlichen Maschinenlexikon eingetragen. Aus diesen Beispielen erkennt man, wie der Designer seinen eigenen Maschinen-Partner konstruiert. Diese Pseudoevolution ist auf folgende Weise verwirklicht: Das unveränderbare System ist auf einer Platte gespeichert, und das bewußt und unbewußt komponierte Benützersystem auf einem Magnettonband. Wenn ein Designer sich zum «Display Terminal» wendet, begegnet er einem generalisierten Computersystem, das seinen Namen trägt. Nachdem URBAN 5 den Designer identifiziert hat, überträgt sie automatisch den Inhalt des Magnetbandes des Benützers auf die URBAN 5-Platte; damit überlagert sie das generelle System mit dem persönlichen System dieses Designers. Somit erscheint die Maschine dem Designer als sein eigener Designpartner. Nach einem «Design-Sitting» wird das Design-Magnetband wieder aufbereitet unter Berücksichtigung jeglicher Änderungen oder kleinster Evolutionen, und die URBAN 5-Platte wird wieder anonym.

Theoretisch würde nach einiger Zeit das Designsystem wenig Ähnlichkeiten mit dem originalen URBAN 5 aufweisen. URBAN 5 würde den Benützer tiefer und tiefer in das System einführen; zuerst belehrt sie ihn, dann lernt sie von ihm, und eventuell würde sie einen Dialog mit ihm eröffnen. In anderen Worten, URBAN 5 suggeriert wahren Dialog, ein evolutionäres System, ein intelligentes System, ist aber selber nichts dergleichen.

URBAN 5 Post mortem

Innerhalb ihrer vielen Unzulänglichkeiten hat URBAN 5 schwerwiegende Mängel, die der primäre Grund dazu waren, URBAN 5 aufzugeben; die Unzulänglichkeiten waren die Ursache zum Schreiben dieses Aufsatzes und werden die Keime unseres neuen Systems sein: der «Architektur-Maschine». Immerhin ist zu beachten, daß weder die Kuben noch irgendeine Abstraktion die Ursache dieser Nachteile waren, es waren vielmehr Fehler auf Grund von Kenntnislücken oder Mängel an Voraussicht.

Das erste Problem entstand wegen der Übersicht über die Evolution. URBAN 2, der kleine Bruder und Kernteil von URBAN 5, setzt ein festes System voraus, beschließt, daß alle feste Annahmen über den Designprozeß richtig sind (weil viele Designer einverstanden waren), unveränderbar sind (weil Computerprogramme so sind, so dachten wir) und universal sind (weil das schön wäre).

Nachdem Erkenntnisse gewonnen wurden, daß Maschinen wachsen und sich selbst verbessern können, wurden einige Reifeprozesse der Maschine hinzugefügt.

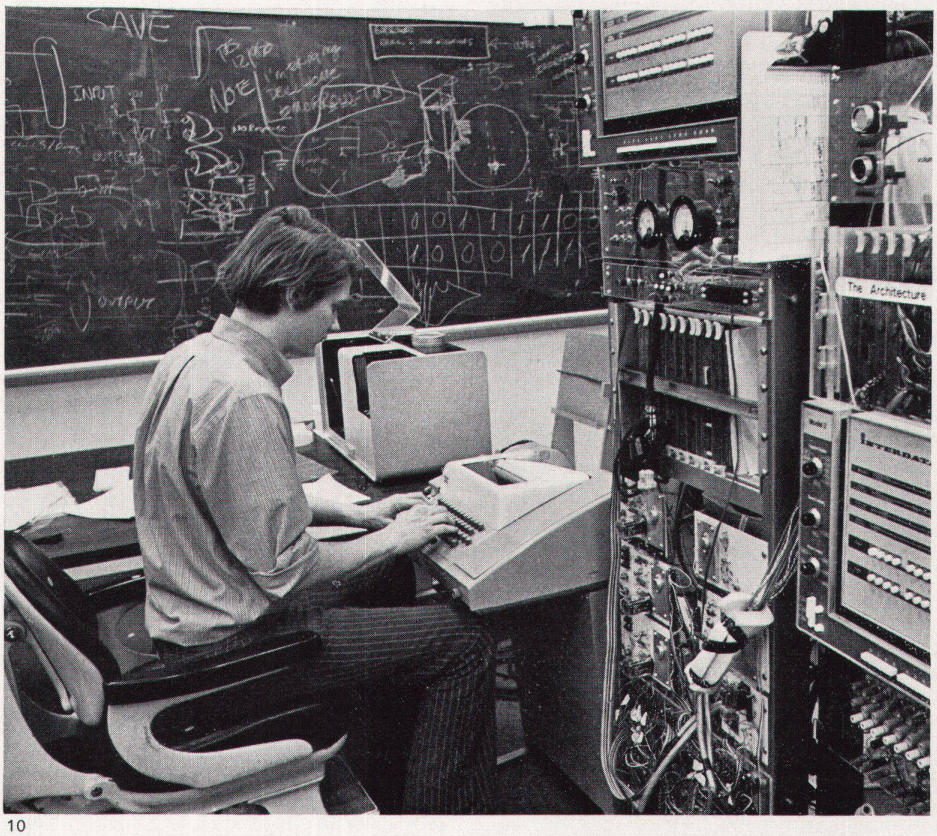
URBAN 5 in seiner jetzigen Form kann nie von ihren originalen Vorurteilen, die tief, manchmal unbewußt in ihrer Skelettstruktur stecken, getrennt werden: daß Architektur additiv ist, daß Marken Symbole sind, daß Design nicht deterministisch ist.

Die generelle Struktur von URBAN 5 hat einen zweiten kritischen Fehler. Das System täuscht Generalität vor, indem es eine Menge von spezifischen vorbestimmten Designdiensten leistet. Aber URBAN 5 ist keine für generelle Zwecke gedachte Architektur-Maschine; es ist vielmehr eine störende Ansammlung von (kleinen) Architektur-Maschinen für spezielle Zwecke.

Das dritte Problem ist der Kontext. Die eindeutige Begrenzung des Designkontextes durch den Designer ist absolut nicht annehmbar; sie berücksichtigt nicht die effektiv vorkommende Zweideutigkeit und das subtile Vermischen von Kontext, die notwendig sind, um dem Ereignisgemisch der realen Welt zu entsprechen.

Die Operationsstruktur von URBAN 5 fordert eine Schlagfertigkeit, die jederzeit voll und ganz auf dem Gutdünken des menschlichen Designers beruht. Auch das ist nicht annehmbar. Die Maschine sollte Fragen wie «Wo bin ich?» und «Was sollte ich jetzt machen?» implizit beantworten, indem sie den Kontext als ersten Operator benützt.

Viertes Problem: URBAN 5 kann nur mit einem Designer arbeiten und besitzt dennoch nicht genügend Fähigkeiten. Die Hardware, Fühl- und Werkorgane von URBAN 5, vermitteln keinen Kontakt mit der realen Welt außer durch das Medium des Designers selbst. URBAN 5 kann den Designer nicht hören, nicht sehen und kann des Designers Welt nicht sehen. Ein künftiges System sollte solche Qualitäten besitzen.



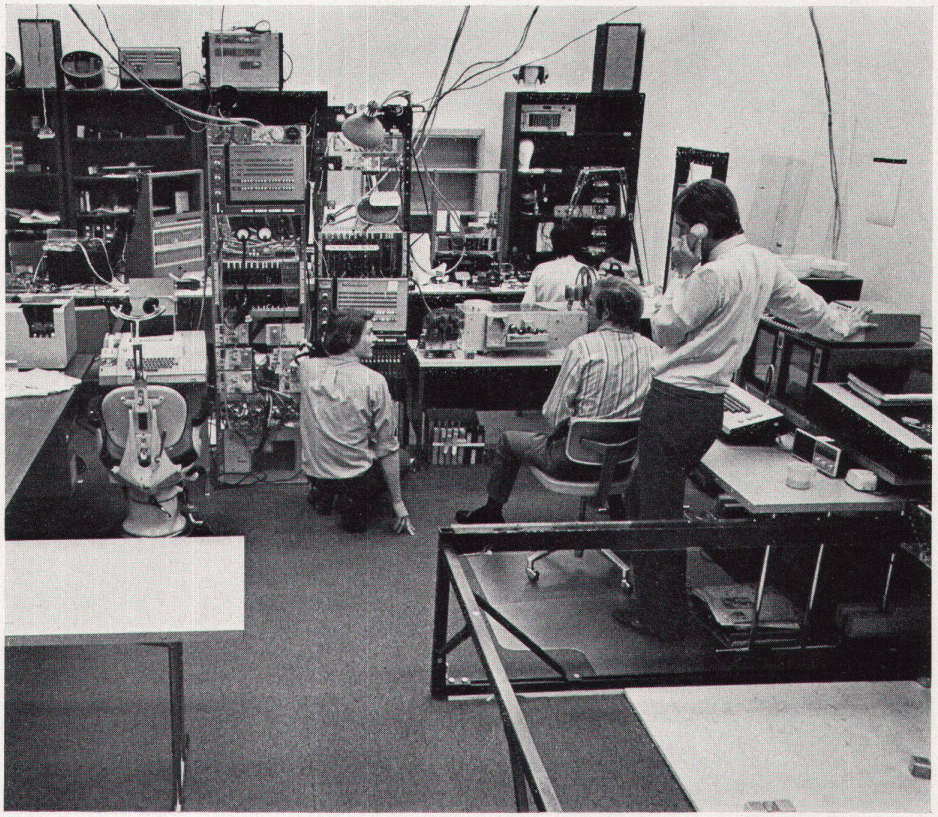
10

«Interfaces» für die Architekturmaschine

«Interface» ist Kontakt und Wechselwirkung zwischen einer Maschine und dem Informations-Environment, meistens dem physischen Environment.

Wir verfügen schon über graphische «Interfaces» und Fernschreiber, ein Dialog aber fordert Fühler und motorische Geräte, die viel fortgeschrittener sind als die beiden erstgenannten. Wir sprechen von einer totalen Informationskette für eine Architekturmaschine.

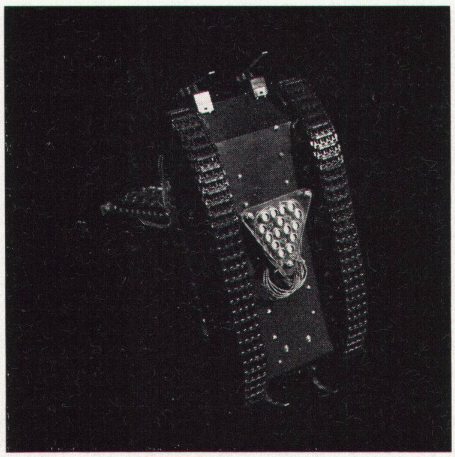
Es sollen hier zwei solche Experimente geschildert werden, die ein Teil des Projekts Architekturmaschine an der Architektur und Planungsschule des MIT sind.


11

10, 11
Der Maschinenraum der Architekturmaschine

10, 11
Salle des machines de la «machine d'architecture»

10, 11
The room for the architecture machine



12

12
GROPE trägt an der Sohle drei Lämpchen und 15 Photozellen

12
GROPE porte à sa base 3 lampes et 15 photo-cellules

12
GROPE is equipped at the bottom with three signal lamps and 15 photo cells

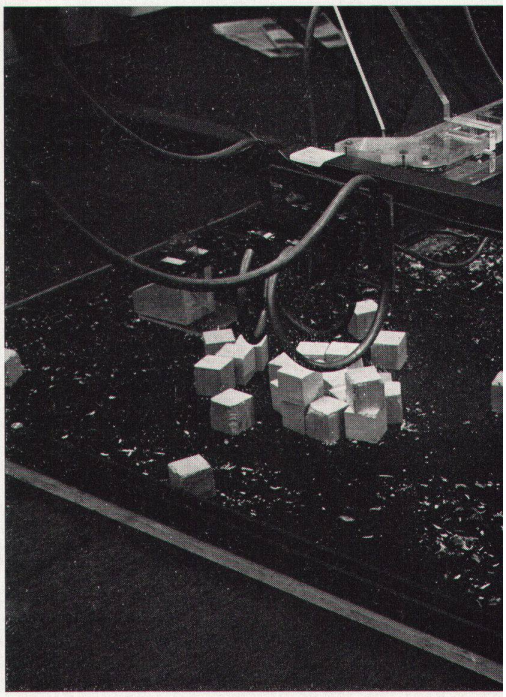
GROPE

GROPE von Gregory (Negroponte et al., 1969) ist solch ein Beispiel von mobilen «Interface» mit der realen Welt. Es ist eine kleine mobile Einheit, die sich auf einer Karte bewegt. Sie verwendet eine einfache Photozelleneinrichtung, die nur den Status «ich sehe Licht» oder «ich sehe kein Licht» aufnimmt. GROPE weiß nichts über Bilder; es ist ein Kontrollgerät, das mit einem Kontext und einer Rolle beauftragt wird. GROPEs Rolle ist es, etwas «Interessantes» herauszufinden. Um seine zukünftigen Bewegungen zu definieren, vergleicht dieser kleine Roboter, wo er war und wo er jetzt ist; er vergleicht die Vergangenheit mit der Gegenwart. Auf diese Weise wird GROPE eine der ersten Teile der Architekturmaschine sein, weil es ein Gerät (Interface) ist, das die reale Welt untersucht.

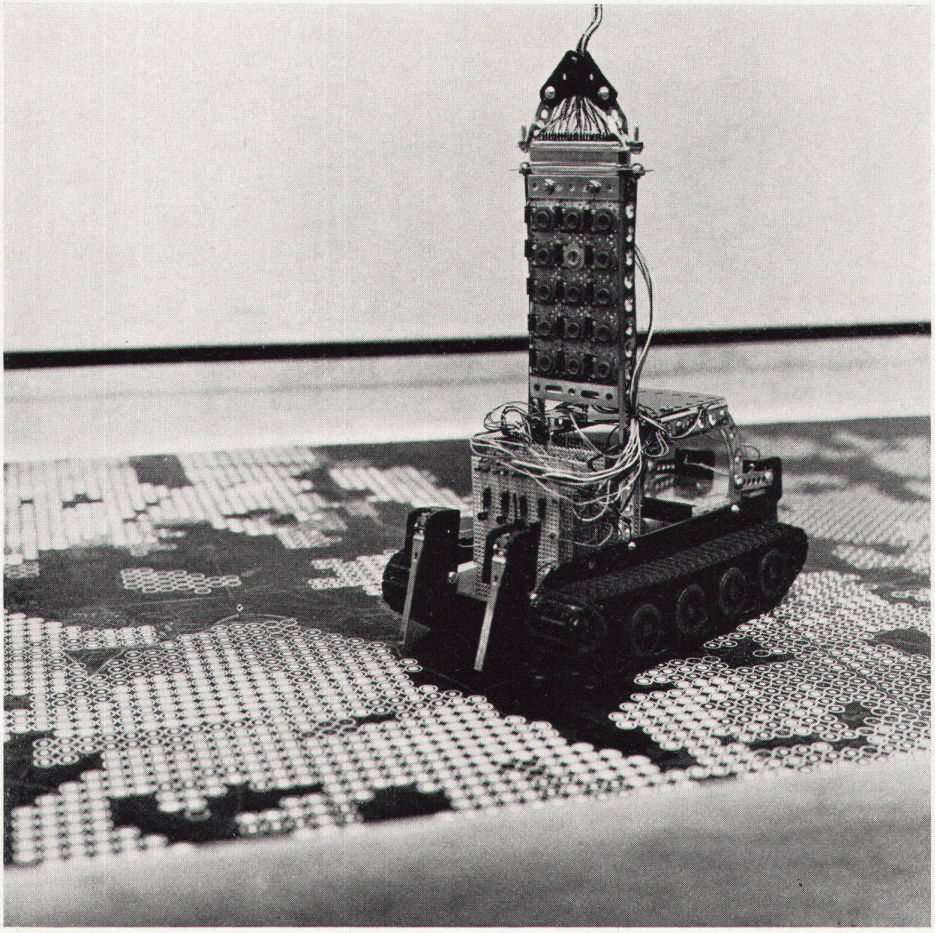
13
GROPE fährt über eine Karte, welche die Bevölkerungsdichte von New York zeigt

13
GROPE explore une carte montrant la densité démographique de New York

13
GROPE travels over a map indicating the population density of New York



14



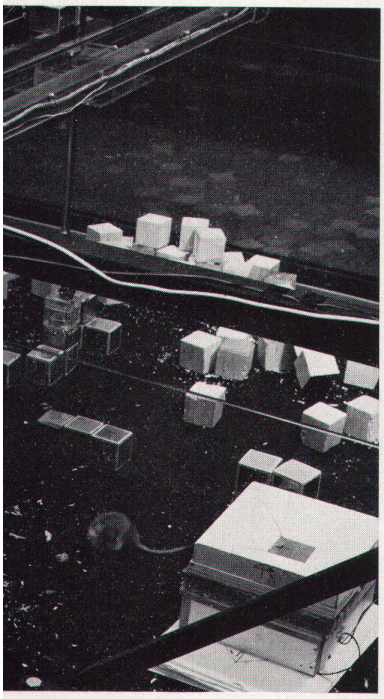
13

SEEK

SEEK fühlt sein physisches «Environment» durch die Inputs einer dürftigen Reihe von sieben Druckfühlern. Es hat Einfluß auf das «Environment», indem es physische Elemente transportieren kann. Seine wichtigste Rolle aber besteht darin, unerwartete Ereignisse zu fühlen, auf sie zu wirken und sie zu dirigieren.

SEEK arbeitet mit hölzernen Spielklötzen, die es aufstapeln, reihen und sortieren kann.

SEEKs dreidimensionale Welt bildet zum Beispiel das «Environment» für eine kleine Hamsterkolonie. Die kleinen Tiere stoßen gegen Blöcke, zerstören Konstruktionen und stapeln Blöcke zu Türmen. Das Resultat ist ein immer wechselnder Unterschied zwischen der dreidimensionalen Realität und der verarbeiteten Realität im Gedächtnis der Maschine. Die Rolle von SEEK ist es, mit diesen Unvereinbarkeiten zu operieren. SEEK reagiert nach einer programmierten probabilistischen Basis, indem es die durch die Hamster hervorgebrachten Verlagerungen korrigiert oder verstärkt. Auch wenn dieses Beispiel trivial und einfach ist, so steht doch SEEK über den Maschinen, die nicht der unvoraussehbaren Natur der Leute (oder Hamster) entsprechend handeln können.

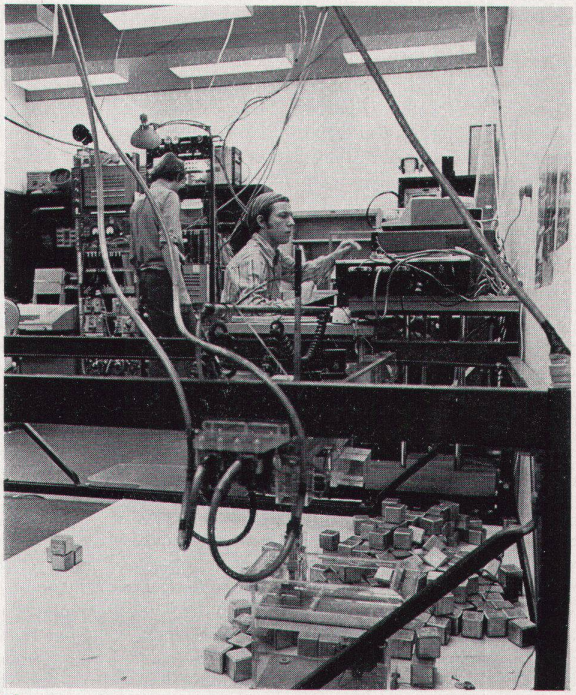


15

14–17
SEEK baut aus Bauklötzen für zwei Hamster ein Hamster-Environment

14–17
SEEK construit avec des plots un environnement pour deux hamsters

14–17
SEEK takes building blocks and with them builds a hamster environment for two hamsters



16

17

Sehvermögen der Maschine

Eine Maschine mit Augen, die Einsicht in die reale Welt hat, könnte ohne den menschlichen Operator informiert werden. Die Maschine könnte Information fordern, Bücher lesen, Bilder anschauen, durch die Stadt spazieren. Gibt man einer Maschine das Sehvermögen, so hat man den Weg für eine ganze Reihe von sensoriellen Inputs geöffnet, auf die der Architekt aufbaut und die oft Informationen enthält, die nicht in Text, Geruch oder irgendein anderes Medium umgewandelt werden können. Wir haben das Sehvermögen der Maschine auf zwei verschiedene Arten behandelt: hohes Auflösungsvermögen und, seit kurzer Zeit, schwaches Auflösungsvermögen. «Hoch» beinhaltet mehr als eine Million lösbare Punkte auf der Retina der Maschine und «schwach» zwischen 16 und 24. Unsere Studien über Sehvermögen mit hohem Auflösungsvermögen benützen ein Gerät, genannt Vidissector, das nichts anderes ist als eine Random-Access-Fernsehkamera. Es ist nicht besonders empfindlich für schwache Lichtpegel, bewährt sich aber bestens für nichtsequentielles Erforschen, bei welchem subsequente Beobachtungen die Funktion von bereits gelösten Punkten sein können.

Deswegen ist es geeignet, um Linien zu verfolgen, Formen zu finden, Regionen mit komplexen Begrenzungen zu prüfen. Der Vidissector gibt Punkte mit ihren Koordinaten und Lichtpegeln an. Die Punkte werden dann in Regionen mit gleicher Helligkeit gruppiert, Regionen, die so schmal wie die Breite einer Linie oder so breit wie eine ganze Fläche sein können. Folglich gibt es zwei «approaches» zur Physiologie des Sehvermögens der Maschine:

1. Suchen nach Linien, die momentan schwarz oder grau sind, oder von Glanzlichtern, wie sie entlang von Kanten erscheinen.
2. Suchen nach begrenzenden Konturen von Regionen.

Das letztgenannte erscheint besser geeignet für die Auflösung von physischen Modellen. Das Resultat einer solchen Prüfung der Regionen ist eine Umrißkarte, bestehend aus Punkten, die zusammengesetzt werden können, um Liniensegmente zu bilden.

Die Computerprogramme benützen heuristische Regeln, um das Bild zu vervollständigen. Ähnliche Techniken wie «wahrscheinlich dies» und «wahrscheinlich das» werden auch in der Transformation von zweidimensionalen Bildern in dreidimensionale Beschriebe verwendet. Dabei macht die Maschine Vermutungen: «Ich habe das gesehen, und/aber so muß es wahrscheinlich sein.» Diese Annäherung ist deshalb so wichtig, weil sie es erlaubt, Fehler zu machen und zu korrigieren. Entschlüsse werden mit den vorhandenen Beweisen gefaßt, aber spätere und kräftigere Beweise könnten einem früheren «wahrscheinlich» widersprechen. Ein heuristisches Programm darf nicht helfen, den Fehler zu vermeiden, sondern seine subsequenten Entschlüsse müssen durch die Erfahrung mit Fehlern verbessert werden. Zum Sehvermögen in der realen Welt sind zwei Konsequenzen aus den gewonnenen Erkenntnissen mit dem Sehvermögen unserer Maschine zugute gekommen.

Erstens: die Heuristiken der Erkenntnis scheinen den Heuristiken der Klassifizierung sehr ähnlich zu sein. Mit anderen Worten: die Art, auf welche wir Dinge sehen, könnte direkt angeben, wie wir diese Bilder gebrauchen.

Zweitens: offensichtlich ist heuristisches Programmieren nicht nur für das Sehvermögen der Maschine nützlich, sondern es zeigt sich als ein immer signifikanteres und unerforschtes potentielles Mittel im Computer-aided Design. Schließlich ist das Arbeiten mit den anfänglichen Designkonzepten ein «wahrscheinlich dies», «wahrscheinlich das».

Bei den Experimenten mit schwachem Auflösungsvermögen werden die Inputs auf einem Maximum von 24 Photozellen oder Photovoltiac-Zellen beschränkt. Folglich kann eine Unterscheidung nur möglich sein, wenn die «Interfaces» aktiver sind als im hohen Auflösungsvermögen. Man kann das Vorgehen dieses Auges mit folgendem Vorgang erklären: betrachte das Problem, das Spielzeug zu kaufen, das für ein fünfjähriges Kind am lustigsten ist.

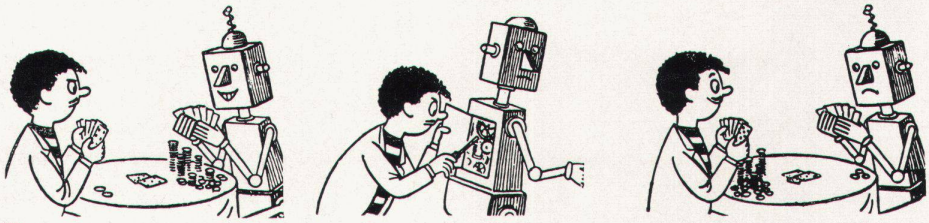
Eine Methode wäre, alle diesbezüglichen Variablen, ihre Beziehungen zueinander und die sogenannten Nutzungsfunktionen (oder Maximierungsparameter) aufzulisten. Ein Computerprogramm könnte alle Kombinationen für dieses relativ einfache Problem ausrechnen, aber sogar mit diesem Problem würde er, wegen mangelnder, schlecht interpretierter und schlecht benützter Information, wahrscheinlich eine schlechte Lösung finden.

Eine zweite Methode, die uns geeignet scheint, besteht darin, ein fünfjähriges Kind in den Laden zu schicken und es einfach mit den Spielzeugen spielen lassen. Durch Beobachtung seines Verhaltens wird es klar, welches Spielzeug am lustigsten ist.

In diesem Sinne arbeiten wir mit schwachem Auflösungsvermögen. Wir geben dem Gerät eine Rolle, als Gegensatz zu einem Ziel; wir lassen es schauen und nicht erkennen.

Dann verfolgen wir oder eine andere Maschine als Aufseher das Verhalten des Geräts und beziehen Informationen aus ihrem Verhalten eher als von der Szene selbst. STARE und GROPE sind zwei Beispiele von solchen Geräten. Jedes ist mit einer Retina versehen, diese ist aus einer Reihe von Lichtsensoren, die durch die Maschine individuell untersucht werden können, gebildet. Die Retina kann zum Beispiel in Bewegung oder Rotation gebracht werden, um den Status der Photozellen zu prüfen. Die Technik eignet sich für bewegliche Objekte mit Konturen und breiten Flächen mit konstanten Helligkeitswerten.

18
Quelle: North News Ltd., Manchester, England, © Copenhagen



18