

Systemgewicht

Es wird über die Summe der Längen zu allen übrigen Begriffen des Systems bestimmt, die als Gewicht eines Begriffes bezeichnet wird. Das Systemgewicht ist dabei die Summe aller Gewichte seiner Begriffe und stellt somit ein Maß für die durchschnittliche Weglänge im gesamten System dar.

$$F 26 \quad \text{opt. Systemgewicht: } S = n \cdot (n-1) \cdot 3 \text{ für } w \leq 6 \\ S = n \cdot (n-1) \cdot w / 2 \text{ für } w > 6$$

w ist wie gehabt die Zahl von Systemeigenschaften, die durchschnittlich auf die Objekte verteilt werden. Unser Objekt ist schließlich immer eine Arbeitseinheit aus mehreren grundlegenden Systembausteinen, eine individuelle Rolle im Theaterspiel der Informationsverarbeitung. Die Verteilung von Aufgaben wurde nämlich gleichgesetzt mit der Verteilung von Systemeigenschaften, die diese Aufgaben durchführen können, Sie erinnern sich?

Das Optimum des Szenariengewichts ist leider nicht das, was mathematisch als „hinreichend“ bezeichnet wird, es ist nur „notwendig“. Das bedeutet, dass die optimale Lösung zwar das optimale Szenariengewicht aufweist, dass es aber noch andere Lösungen gibt, die dieses Gewicht zustande bringen.

optimale Lösung immer problemspezifisch

Das liegt darin begründet, dass eine optimale Lösung immer problemspezifisch ist – die Anordnung der Informationsverarbeitung muss sich an der speziellen Aufgabe ausrichten, um das gesteckte Ziel mit endlichen Ressourcen überhaupt erreichen zu können. Am Ziel der Informationsverarbeitung ausgerichtet zu sein heißt aber, sich am Inhalt der Problemstellung zu orientieren.

Das Gewicht jedoch ist eine reine Strukturgröße, bestimmt aus den Anforderungen, die ganz generell an eine effektive Informationsverarbeitung zu stellen sind, unabhängig davon, was diese im Speziellen so zu erledigen hat. Genau dies beschreibt die Tatsache, dass das Szenariengewicht nur „notwendig“ ist, also nicht vollständig ausreicht, den gewünschten Zustand zu beschreiben. Was fehlt, ist die Berücksichtigung der Individualität eines Problems.

4.2 Konsequenzen

4.2.1 Aktive und passive Informationsverarbeitung

aktive und passive Verarbeitung

Wie weit die Berücksichtigung der „Problem-Individualität“ bei der Konstruktion einer Informationsverarbeitung geht, kann sogar als Unterscheidungsmerkmal für zwei ganz generelle Typen von Informationsverarbeitung dienen: aktive und passive Verarbeitung.

Denken Sie an die fixen und flexiblen Abbildungen oder die Speicherformen von

Konfiguration und Huckepack: Genau dies bildet sich auch in den Typen der Informationsverarbeitung ab, denn diese integriert Abbildungen und Speicherformen und muss deshalb deren Charakteristika erben.

Und wie war das mit der Lernfähigkeit? Die Lernfähigkeit der Gene ist nur auf die Art beschränkt, das Individuum ist dazu nicht einmal ansatzweise in der Lage. Im Gegensatz dazu bieten die Neuronen die Lernfähigkeit auf der Ebene der Individuen an – das hat seinen Grund.

Wie sich beide Verarbeitungsformen unterscheiden?

Oder anders gefragt: Was unterschied die fixe von der flexiblen Abbildung, was unterschied die Konfigurationsspeicherung von der Huckepack-Variante?

Es war der Umgang mit den Eigenschaften der betrachteten Realität, die beide Varianten unterschied: die Art und Weise, wie die Anordnung von Eigenschaften abgebildet und gespeichert wurde.

Information ist die Menge wiederholbaren Verhaltens von Eigenschaften. Abgebildet werden kann sie jedoch generell nur über die Werte, die diese Eigenschaften annehmen, doch die Wiederholbarkeit garantiert, dass eine Speicherung von Werten in der korrekten Reihenfolge ihres Auftretens die Rekonstruktion der Information und dadurch Planbarkeit erlaubt. Eine solche geordnete Speicherung von Werten ermöglicht somit die Aufbewahrung von Information mit ihrer nützlichen Konsequenz, verlässliche Prognosen darüber zu erstellen, wie sich ein augenblicklicher Zustand weiterentwickelt. Die Translation von Information einer einzigen Eigenschaft auf ihrer Wertemenge ist genau aus diesem Grund eine saubere, mathematische Funktion.

Information ist ...

Eigenschaften, ihre Beziehungen untereinander und ihre möglichen Werte zu finden, ist darum immer zentrale Aufgabe einer Informationsverarbeitung. Das beinhaltet sowohl die Abbildung der äußeren Situation auf konkrete Zustände als auch die Speicherung dieser abgebildeten Zustände, um sie für spätere Vergleiche heranziehen zu können.

Das hatten wir alles schon.

Die zwei zentralen Techniken der fixen und flexiblen Abbildung beziehungsweise der Konfigurationsmethode und der Huckepack-Variante unterschieden sich nun in ihrer Handhabung der Eigenschaftsprofile, die ihre Beobachtung ihnen aus der Umwelt zuführte.

Wurde jedes dieser Spektren als Einzelfall angesehen und in seiner spezifischen Ausprägung fixiert, so reduzierte sich die Abbildung auf die Frage, wie die einge-

henden Wertveränderungen auf dieses eine einzige Spektrum zu verteilen sei, das dann in der Konfigurationsmethode gespeichert werden konnte.

Die Konstruktion der Informationsverarbeitung wird sich deshalb an dem einzelnen Eigenschaftsspektrum, das bearbeitet werden soll, ausrichten. Ändert sich die Umwelt und das betreffende Eigenschaftsspektrum, so muss sich die gesamte Informationsverarbeitung anpassen. Sie muss passiv den Gegebenheiten folgen.

In der Software-Entwicklung geschieht dies durch Programm-Änderung, in der Natur nur durch die Mechanismen von Mutation und Selektion – das Individuum selbst kann keine solche Lernerfahrung nützen. Denken Sie an den dünnen, spitzen Schnabel eines Vogels, der wunderbar geeignet ist, kleine Insekten in ihren Verstecken aufzuspießen. Hartschalige Nahrung könnte ein solches Tier wohl erst nach Generationen verwerten.

Die zweite Strategie, Eigenschaftsspektren zu bearbeiten, benutzt die Tatsache, dass Eigenschaften und Werte ihrem grundsätzlichen Charakter nach gar nicht so sehr verschieden sind.

Beide können über Mengenelemente symbolisiert werden, beide müssen nur zeitunabhängig und unterscheidbar sein. Und genau, wie Eigenschaften sich nach „unten“ fast beliebig in Eigenschaftsspektren zerlegen und nach „oben“ fast beliebig mit anderen Eigenschaften zu neuen Spektren verbinden lassen, genauso kann eine Eigenschaft auch als Wert und ein Wert wiederum als Eigenschaft gesehen werden – es kommt immer nur auf den Kontext an, wie Salvatore Dali in seinem Bild „Die drei Lebensalter: Alter Jugend, Kindheit“ so beeindruckend demonstriert hat.

Kontext

Literaturverweis 36

„Aus dem Nichts“, Gerd Binnig, Piper Verlag, ISBN 3-492-21486-X, S. 143

„Die fraktale Struktur der Evolutionen

Wir fanden überall den *Bausteincharakter* und *gezieltes Vorgehen*, das wir als ein *Selbstbeschränken eines Systems auf ein Feld von Möglichkeiten* definiert haben. Es fiel uns auf, daß Evolutionen ineinandergeschachtelt sind und aufeinander aufbauen. Für geometrische Strukturen, die ineinandergeschachtelt, aufeinander aufbauend und einander ähnlich sind, gibt es einen relativ neuen mathematischen Begriff: das Fraktal.“

Gerd Binnig versucht in seinem ganzen Buch zu verdeutlichen, wie kreativ Natur in Wahrheit ist und wie sehr sie diesem fraktalen Prinzip gehorcht. Er hat auch in einem faszinierenden Artikel eine neue Art von Physik vorgestellt, die er „fraktaler Darwinismus“ nennt.

Literaturverweis 65

Chip Spezial, „Faszination Chaos und Fraktale, Die Geheimnisse der Kreativität“, Gerd

Binnig, Verlag Bild der Wissenschaft, ISBN 3-8259-1344-9, S. 28

„Wir versuchen in einer kleinen Arbeitsgruppe, der IBM-Physikgruppe München, in Kooperation mit der Universität München, unsere physikalischen Naturgesetze zurückzuführen auf einfache darwinistische Prinzipien und waren damit auch schon erfolgreich, zum Beispiel bei der Relativitätstheorie und in der Quantenmechanik.“

Nach oben oder unten sind der Information wohl keine Grenzen gesetzt und gerade die von Gerd Binnig angesprochene Selbstähnlichkeit erlaubt es Informationsverarbeitungen, hinter einem Feuerwerk scheinbar unzusammenhängender Werte Ordnungssysteme ganz verschiedener Prägung zu bestimmen. Die Differentialgleichungen sind hier wieder ein schönes Beispiel, denn oft sagen die Differenzen der Differenzen mehr über eine Funktion aus als ein einfacher Wertvergleich.

Selbstähnlichkeit

Information ist schließlich weitaus mehr als nur Zustände – dass wir sie nur über Zustände erfahren können, ist ein prinzipielles Problem der Veränderung, die nichts sein lässt, wie es war und nur dann, wenn sie Information ist, überhaupt ein irgendwie geartetes Fortdauern in der Zeit ermöglicht.

Gerade weil Information mehr ist als Zustände, genau deshalb sagen auch nur die Relationen der Zustände etwas über Information aus, nie der eine einzelne Zustand allein.

Exakt diese Janus-Gesichtigkeit der Information nützt die zweite Strategie aus.

Sie betrachtet Eigenschaftsspektren nicht mehr als eindeutigen, unzweifelhaften Spezialfall, an den sich anzupassen ist wie ein Tierkörper an eine bestimmte Umwelt, sondern als eigenen Wert, der wiederum auf Eigenschaftsspektren abgebildet werden kann, die dann ihrerseits auch andere Werte annehmen können: Das Eigenschaftsspektrum wird also unabhängig vom Einzelfall des Problems selbst abstrahiert.

Erinnern Sie sich an die Frage der Ähnlichkeit? Sie führt immer auf die Hypothese, dass die Gleichheiten eine Gruppengemeinsamkeit betreffen, während die Ungleichheiten die individuelle Eigenart des Einzelfalls kennzeichnen. Das kann auch für Probleme benutzt werden, um Typen gleichartiger Problemfälle zusammenzufassen.

Problemlösung kann als Problem, das untersucht werden soll, sogar sich selbst heranziehen, sich also die Aufgabe stellen, wie denn ganz generell überhaupt Probleme gelöst werden sollen – Münchhausens Zopf kommt Ihnen da ganz zu Recht in den Sinn.

Literaturverweis 64

„Die Fliege oder Das Handwerk der Datenbankprogrammierung“, Bevier F.F., bussole InformationsVerlag, ISBN 3-935031-02-5, S. 56ff

„Zur Begriffsfindung beschreibe ich zuerst, was das Tool überhaupt tun und können soll. Es soll die Messleine-Methode in den Teilen durchführen, in denen sie reine Rechnerei ist. Deshalb muss es aber die Messleine-Methode erst einmal abbilden können...“

Die Messleine-Methode soll nun helfen, solche Anordnungen von Eigenschaften mit ihrem wiederholbaren Verhalten in eine Form zu bringen, die einen gegebenen Input mit dem geringsten Aufwand verwerten kann und dabei eine so einfache Form bildet, dass Fehlersuche und Veränderungen an Anordnung und Eigenschaften ebenfalls möglichst wenig Arbeit erfordert.“

Das heißt nichts anderes, als dass ein Computerprogramm die Qualität von Lösungen aus vorgegebenen Systemeigenschaften bestimmen kann und das so allgemein, dass es sogar für seine eigene Lösung zutrifft. Genau das geschah auch bei der Entwicklung dieses Tools – es wurde benutzt, um sich selbst zu optimieren.

Problemlösungen sind generalisierbar

Das aber funktioniert nur deshalb, weil Problemlösungen generalisierbar sind. Das Tool selbst unterstützt nur die Auffindung spezifischer Lösungen, die also der fixen Abbildung und deshalb auch der Konfigurationsmethode der Speicherung entsprechen. Soll die so gefundene Lösung angepasst werden, muss es durch Änderung der Dateisysteme oder Programmmethoden geschehen – es demonstriert deshalb nur „die nächste Ebene“ der Problemlösungs-Strategien. Doch alleine die Tatsache, dass es völlig unabhängig von der Programmieraufgabe Methodiken vorführt, mit denen solche Aufgaben ganz allgemein anzugehen sind, demonstriert die Fraktalität des Problems.

Fraktalität des Problems

Oder in Programmierersprache: Während die erste Form von Informationsverarbeitung nur für eine einzige Instanz eines Problembereichs maßgeschneidert ist, spezialisiert sich die zweite Form auf eine ganze Klasse.

Und genau deshalb kann die zweite Form auch individuell lernen: denn Probleme werden zerlegt in ihre Gruppeneigenschaften und in ihre spezifischen individuellen Gegebenheiten. Die Gruppeneigenschaften können dann wieder über die Einzelfall-Strategie der passiven Informationsverarbeitung behandelt werden, die individuellen Gegebenheiten müssen durch ein geeignetes Regelwerk berücksichtigt werden.

Dieses Regelwerk muss zwangsläufig einzelfallunabhängig sein – soll jedoch die Individualität des Einzelfalls bearbeiten können. Doch „die Individualität liegt in den Daten“ heißt schließlich nichts weiter, als dass die Unterscheidbarkeit nur in Eigenschaften und Werten existiert, nicht aber im Verhalten, das immer Veränderung bedeutet. Gehört eine Instanz zu einer Klasse, so ist ihre Unterschied-

lichkeit nur „Wert“, nie Eigenschaft und das wiederum hat die schöne Konsequenz, dass sich diese Einzelfälle als Auswirkung von Information verstehen lassen. Information freilich ist vollständig bekannt ist, wenn das Eigenschaftsspektrum mit seinem gesamten zyklischen Verhalten vollständig bekannt ist.

Die Aufgabe lautet deswegen, die interessierenden Eigenschaftsspektren aufzuteilen in die bequemen Gruppengemeinsamkeiten, die für alle gleich sind in Verhalten und Wertebereich und in die Individualitäten, die ihrerseits durch das vorhandene Regelwerk beschrieben werden müssen.

Gruppengemeinsamkeiten

Dieses Regelwerk muss also nicht nur in der Lage sein, die Zugehörigkeit eines einzelnen Wertes zu seiner Eigenschaft zu bestimmen, um ihn seiner korrekten Position in der Konfiguration des betrachteten Zustandes zuzuführen, es muss vielmehr ganze Wertspektren ermitteln und mit vorhandenen vergleichen. Es braucht deshalb im Gegensatz zur fixen Abbildung mit ihrer fixen Konfigurationsmethode ein Werkzeug, das einen sehr hohen Grad an Differenzierung erlaubt, um die Vielzahl möglicher Kombinationen überhaupt unterscheidbar abbilden zu können. In der Natur scheinen dies vor allem Wellenphänomene zu sein, die über Interferenz und Resonanz, über ganz verschiedene Wellenlängen und Amplituden einerseits eine sehr hohe Flexibilität und Charakterisierbarkeit von Einzelfällen, andererseits aber auch eine sehr fein abgestufte Bandbreite an Wechselwirkung je nach Art der Ähnlichkeit zur Verfügung stellen.

Neue Einzelfälle einer solchen Klasse von Problemen müssen deshalb zwar generell über das vorhandene Regelwerk und das benutzte Abbildungswerkzeug beschreibbar sein, andererseits muss jedoch das individuelle, noch unbekanntes Eigenschaftsspektrum erst einmal in das vorhandene Abbildungssystem integriert werden.

Spektrum der Wissenschaft, 2/2000, „Dem Langzeitgedächtnis auf der Spur“, Dr. Gerda Ruge/Dr. Reinhard Rapp, S. 10,
8/2000, „Gedächtnis. Die Natur des Erinnerns (Rezension)“, Dr. Erich Kasten, S. 111

Literaturverweis 66

„Wird eine Synapse zwischen zwei Neuronen wiederholt stimuliert, bildet sich ein weiterer Kontaktpunkt zwischen den beiden Nervenzellen. Diese Verdopplung der Synapsen erfolgt ungefähr eine Stunde nach der Reizung (S.10). Heute gelingt es, verschiedene Arten des Lernens bis auf die Funktionsweise einzelner Nervenzellen und ihrer Verschaltungen zurückzufolgen(S. 111).“

Ist diese Systematik gefunden, die die Individualität des Einzelfalles in einem gemeinsamen Eigenschaftsreservoir mit seinem gemeinsamen Regelwerk abdeckt, so kann dieses nach der simplen ersten Strategie einzelfallspezifischer Verarbeitung abgehandelt werden. Es muss nur der Anfangszustand festlegbar

gemeinsames Regelwerk

sein, der zu berücksichtigen ist. Das aber ist einfach eine Wertkonstellation, die dem Einzelfall diesmal jedoch eindeutig beigeordnet werden muss – denn die Gruppeneigenschaften mit ihrem verwendeten Regelwerk müssen zwangsläufig einzelfallunabhängig bleiben.

Genau das zeichnete die Huckepack-Methode aus, erinnern Sie sich? Ein einzelfallunabhängiges Regelwerk war imstande, aus einem ganz spezifischen Einzelfall ein für alle Fälle verwendbares Speicherelement zu machen und aus dessen allgemeiner Struktur danach wieder Wert und Eigenschaft herauszulesen – Metadaten und XML waren die Schlagworte.

Lernen ist inbegriffen

Lernen ist in diesem Verfahren praktisch inbegriffen.

Und es basiert auf der individuellen Erinnerung: Die Erinnerung der passiven Informationsverarbeitung ist in der Konstitution dieser Verarbeitung festgehalten, der ganze Körper der Verarbeitung ist die Konfiguration, in der die Speicherung des Wissens untergebracht ist, wie das Problem behandelt werden soll. Im Gegensatz dazu bedient sich die aktive Verarbeitung eines hochflexiblen Werkzeuges für Abbildung und Speicherung und kann deshalb Zustände erfassen, die nicht an eine einzige Grundstruktur gebunden sind – und das für jedes Individuum unterschiedlich.

Literaturverweis 67

Spektrum der Wissenschaft, 11/1998, „Pflanzen wehren sich mit Stickoxid“, Wolfgang Hachtel, S. 39

„Als besonders auffällige Reaktion der Pflanze ist oft zu beobachten, daß rasch Zellen in einem begrenzten Bereich um den Infektionsherd absterben... Hypersensitivitäts-Reaktion“

Und es basiert vor allem auf individueller Beobachtung. Die Beobachtung passiver Systeme war genauso konstitutionell festgelegt im Körperbau der Informationsverarbeitung wie das Wissen, was zu tun ist. Bei den auf Schädlingen reagierenden Pflanzen waren es ganz bestimmte chemische Reaktionen, die den Suizid der betroffenen Zellen auslöste, um den Rest zu schützen: Beobachtung und Erinnerung, was gefährlich sei und wie darauf zu reagieren ist, waren in denselben Zellkörpern zu einer Einheit verschmolzen. Diese Einheit wird bei der aktiven Verarbeitung aufgebrochen, denn nicht nur die Erinnerung muss flexibel organisiert werden, sondern auch die Datenerfassung. Je grundlegender die Art ist, wie die Informationen aus der Umgebung aufgenommen werden, desto allgemeinere Informationen können aus der Umwelt akzeptiert und analysiert werden. Es ist schließlich das generelle Problem von Informationsverarbeitung, Wertveränderungen aus dem Lebensraum aufzunehmen, in ein Abbildungssystem von speicherbaren Zuständen zu übertragen und dann zur weiteren Verwendung zu konservieren. Je weniger spezifisch deshalb Beobachtung,

Abbildungsmechanismus und Speicherung sind, umso mehr unterschiedliche Varianten von Information können bearbeitet werden – das war genau die generelle Unterscheidung zwischen aktiver und passiver Verarbeitung.

Denken Sie an den dünnen, spitzen Schnabel eines Vogels, der wunderbar geeignet ist, kleine Insekten in ihren Verstecken aufzuspießen: Um den Körperbau an andere Nahrung anzupassen, würde es wohl Generationen dauern – das Individuum ist auf dieser Ebene nicht imstande, sich Änderungen der Umwelt anzupassen: Die problemspezifische Informationsverarbeitung ist passiv hinsichtlich solcher Umgestaltungen.

Aber vielleicht kann sein Gehirn ihm helfen, seine Klauen zu verwenden?

Die problemgruppenspezifische Informationsverarbeitung ist aktiv hinsichtlich solcher Wechselhaftigkeit, das Individuum selbst ist prinzipiell in der Lage, Neuerungen in seinem Abbildungssystem zu integrieren.

4.2.2 Informationsverarbeitung, Realität und Rückkoppelungseffekte

Aktive und passive Informationsverarbeitung unterscheiden sich also tief greifend ihrem Konzept und damit auch in ihrer Reaktionsmöglichkeit, auch wenn der Übergang fließend ist.

Warum?

Weil aktive Informationsverarbeitung auch nicht aus dem Nichts entsteht – sie muss sich wie alle Informationsverarbeitungen aus kleinen Anfängen entwickeln und dort ist selbst das neuronale Prinzip keinesfalls in der Lage, die komplexen Vergleiche durchzuführen, die das Lernen neuer Problemfälle benötigt. Es müssen schließlich ganze Wertspektren und nicht nur Einzelwerte analysiert werden. Die ersten Neuronengehirne waren deshalb sicher noch nicht in der Lage, individuell zu lernen, sondern dienten nur der schnelleren Reaktion auf die aktuelle Situation. Sie erfüllten damit letztendlich noch die Bedingungen passiver Informationsverarbeitung: Der Körperbau gehorcht direkt den Anforderungen des Problems und kann nur über Körperbauänderung, wie Fortpflanzung oder Programm-Modifikation, an Veränderungen angepasst werden.

aktive Informationsverarbeitung

Dass passive Informationsverarbeitung nicht individuell lernen kann, da sie in ihrem ganzen Aufbau auf das spezielle Problem ausgerichtet ist, bedeutet weiterhin, dass sie nur ein festes Verhaltensrepertoire pro Individuum hat. Was nicht bekannt ist, muss erduldet werden.

passive Informationsverarbeitung

Es können nicht wie bei den entwickelten Neuronengehirnen neue Strukturen und damit neue Verhaltensweisen angelegt werden, um dem ständigen Wandel