Gibt es eine Genom-Programmiersprache?

Hermann von Issendorff
D-21745 Hemmoor, Hauptstrasse 40
Email: hviss@issendorff.com

Zusammenfassung:

Die Genome einer Reihe von Organismen sind bereits entschlüsselt und auch die Entschlüsselung des menschlichen Genoms soll in diesen Tagen fertig gestellt werden. Gene, die Träger einzelner Erbeigenschaften, lassen sich herausschneiden, verändern und wieder einsetzen, z.B. um damit bestimmte Erbkrankheiten zu beseitigen. Fremde Gene können in Genome eingeschleust werden und damit dem Organismus neue Eigenschaften verleihen, bei Pflanzen etwa die Resistenz gegen bestimmte Krankheiten oder bestimmte Pestizide.

Dies alles erweckt den Eindruck, als wären die grundlegenden Erkenntnisse über das Genom bereits gewonnen und als wäre nur noch eine grosse Fleissarbeit zu erbringen, bis die Eigenschaften aller Gene entschlüsselt seien. Aber stimmt das wirklich?

Mehrere Indizien deuten aber darauf hin, dass die bisherigen Erkenntnisse nur einen bescheidenen Anfang darstellen. Man weiss z.B., dass die Reihenfolge der Gene innerhalb eines Chromosoms von Bedeutung ist. Setzt man ein Gen an eine andere Position, dann ist der Organismus häufig nicht mehr lebensfähig oder es ergeben sich -manchmal groteske- Missbildungen. Daraus kann man schliessen, dass zwischen manchen Genen eine Vorgänger/Nachfolger-Beziehung besteht. Man weiss z.B. auch, dass die Chromosomen Schritt für Schritt sequentiell von Ribosomen abgetastet (gelesen) werden, die dabei bestimmte Proteine erzeugen, d.h. die in den Genen codierte Information in einen Proteincode übertragen. Es erscheint undenkbar, dass die Ribosomen auf den verschiedenen Chromosomen von einander unabhängig agieren. Vielmehr müssen sie sich gegenseitig starten und stoppen können.

Über die schrittweise Entwicklung eines Organismus aus dem Genom ist bisher kaum etwas bekannt. Aus anderen Quellen weiss man, dass die Entwicklung nicht nur Aufbau, sondern zwischendurch auch Abbau beinhaltet, z.B. die Rückbildung der Kiemen beim menschlichen Embryo. Auch dieses muss vom Genom gesteuert werden. Die Forschungsergebnisse der Nobelpreiträger Nüsslein-Volhard und Wieschaus belegen zudem, dass es Gene gibt, die die körperliche Entwicklung steuern und insbesondere die räumliche Topologie festlegen, d.h. wo oben/unten, rechts/links, vorn/hinten des Organismus ist.

Die geordnete Entwicklung eines Organismus verlangt also Steuerelemente, die in ihrer Gesamtheit eine Programmiersprache bilden, die als Genomsprache bezeichnet werden könnte. Erstaunlicherweise ist darüber in der Literatur bisher nichts zu finden. Hier tut sich also für die Informatik ein ausserordentlich interessantes und aufregendes Forschungsfeld auf.

In der Vergangenheit wurde auf diesem Workshop mehrfach über den Entwicklungsstand einer Organisationstheorie berichtet, die die räumlichen, zeitlichen und funktionalen Eigenschaften aktiver Systeme in einheitlicher Form behandelt. Kern der Organisationstheorie ist eine Aktonalgebra genannte Programmiersprache (Algebra, weil sie funktionserhaltende Strukturtransformationen zulässt). Bisher wurde ein wesentliches Anwendungsschwerpunkt der Aktonalgebra in der Vereinheitlichung von Schaltkreisentwicklung und Layout gesehen. Wie sich aber zeigt, scheint sich die Aktonalgebra auch als Ausgangsbasis für den Aufbau einer Genomsprache zu eignen.

Der Vortrag berichtet über erste Ergebnisse in dieser Hinsicht.