

Dagli alfabeti agli ipertesti 10 rivoluzioni simboliche

Vincenzo Manca
Università di Verona

Verona, 27 Aprile 2020



Bollati Boringhieri

Vincenzo Manca

Logica matematica

Strutture Rappresentazioni Deduzioni



Vincenzo Manca

Infobiotics

The book presents topics in discrete biomathematics. Mathematics has been widely used in modeling biological phenomena. However, the molecular and discrete nature of basic life processes suggests that their logics follow principles that are intrinsically based on discrete and informational mechanisms. The ultimate reason of polymers, as key element of life, is directly based on the computational power of strings, and the intrinsic necessity of metabolism is related to the mathematical notion of multiset.

The switch of the two roots of bioinformatics suggests a change of perspective. In bioinformatics, the biologists ask computer scientists to assist them in processing biological data. Conversely, in infobiotics mathematicians and computer scientists investigate principles and theories yielding new interpretation keys of biological phenomena. Life is too important to be investigated by biologists alone, and though computers are essential to process data from biological laboratories, many fundamental questions about life can be appropriately answered by a perspicacious intervention of mathematicians, computer scientists, and physicists, who will complement the work of chemists, biochemists, biologists, and medical investigators.

The volume is organized in seven chapters. The first part is devoted to research topics (Discrete information and life, Strings and Genomes, Algorithms and Biorhythms, Life Strategies), the second one to mathematical backgrounds (Numbers and Measures, Languages and Grammars, Combinations and Chances).

ISSN 2194-7287

ISBN 978-3-642-36222-4



9 783642 362224

springer.com

Manca



Infobiotics

Vincenzo Manca

EMERGENCE,
COMPLEXITY
AND
COMPUTATION



Infobiotics

Information in Biotic Systems

 Springer

UN

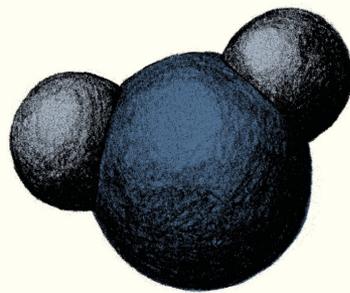
Vincenzo Manca
Marco Santagata

MERAVI
GLIOSO



ACCIDENTE

La nascita della vita



Disegni di
Guido Scarabottolo

MONDADORI



VINCENZO MANCA

LINGUAGGI
E CALCOLI

PRINCIPI MATEMATICI
DEL CODING

PROGRAMMA
DI
MATEMATICA
FISICA

Dalle lettere agli ipertesti: 10 Rivoluzioni, 3000 Anni

- **Alfabeti semiti 1000 a.C., Fenici, Greci:** Alfabetica
- **Cifre, Arabi (Indiani, Arabi, zero, algoritmi)** Aritmetica
- **Fibonacci, Stevino, Vieta:** Algebrica
- **Cartesio:** Analitica
- **Newton, Leibniz, Eulero:** Infinitesimale
- **Bernoulli, Laplace, Bayes, Gauss:** Probabilistica
- **Boole, Frege, Peano, Hilbert, Gödel:** Logica
- **Cantor, Zermelo, von Neumann:** Insiemistica
- **Wiener, Turing, Shannon, von Neumann, Chomsky:** Informazionale
- **Fortran, Algol, Cobol, ... , C, Java, Python, HTML, ANN ...** Informatica
/Cibernetica/Digitale

La rivoluzione della scrittura

- Linguaggi Ideografici (Egitto, Oriente)
- Linguaggi alfabetici (Semitici, Fenici, Greci)
- Il linguaggio parte sempre da fonemi per costruire espressioni che acquistano significato nelle interazioni e nei comportamenti entro comunità di parlanti

Ideografia vs Fonografia

- Un sistema ideografico sceglie arbitrariamente delle immagini (stilizzate) associate al significato di espressioni linguistiche significative minimali:



Arbitrarietà, Linearità, Articolazione Ferdinand de Saussure (1917)



Metafora della mela:

intera, longitudinale, longitudinale, spirale, a
metà, a scaglie, a quarti

- I sistemi ideografici sono indipendenti dai suoni, ma prevedono che a ciascun ideogramma sia associata una forma fonetica
- Questo rende il sistema più oneroso per due motivi:
 - 1) i tratti compositivi degli ideogrammi possono arrivare a migliaia di elementi:
 - 2) la forma parlata e scritta sono parallele e richiedono l'apprendimento della corrispondenza tra suoni e ideogrammi
- Tuttavia questo sgancia la scrittura dalle sue realizzazioni foniche, forme parlate diverse possono usare lo stesso sistema ideografico

- I sistemi alfabetici possono essere realizzati con numeri esigui di lettere (intorno a 20)
- Tuttavia la scrittura è dipendente dalla forma parlata della lingua

Situazioni Miste

- Tuttavia i sistemi ideografici possono ideografare fonemi (Giapponese)
- Nei sistemi alfabetici si possono avere divaricazioni tra la forma scritta e quella parlata (Inglese)

Struttura di una lingua

- Fonemi (Segni)
- Morfemi
- Lemmi
- Grammemi
- Lessemi
- Sintagmi
- Noemi (Predicati)

AUGNIL (Navajo, Cherokee, Hopi, Sioux, ...)

- Un guerriero superstite da una battaglia racconta, in modo rituale, rivolto al capo tribù, di cui è riportato l'intero nome, che un manipolo (di guerrieri) è caduto con onore in guerra e colui che racconta ha visto la cosa di persona.
- Sia i nomi che i verbi vengono determinati attraverso un locativo, riferito a chi parla. Nella predicazione vi è una doppia concordanza, una interna alle determinazioni verbale e nominale, un'altra tra i rispettivi locativi usati per il nome e per il verbo. In fondo alla proposizione principale è collocato il destinatario.
- La chiusura dell'intera frase è in concordanza con il morfema iniziale ed esplicita il grado di affidabilità del contenuto riportato.

La rivoluzione Aritmetica

Il sistema periodico di Archimede

- Octade
- Ordine
- Periodo
- Livelli

Sistema posizionale senza lo zero per la rappresentazione di esponenziali

Quanti granelli di sabbia contiene l'Universo?

Modello di Aristarco: Diametro del Sole, Chiliagono iscritto nel cerchio massimo dell'Universo (valutazione angolare del $D_S \approx \pi/400$). $D_S \approx 10^{10}$ Stadi (St $\approx 150/200$ m), ($D_T \approx 1$ e di Stadi) !!!

Valutazione: 10^{63} granelli
(10^{87} particelle elementari)

Coincidono se un granello ha le dimensioni di 10^{24} particelle!

E' possibile, anche se non documentato, che la periodicità della notazione archimedeica dell'Arenario (senza zero) possa aver costituito la base di calcoli posizionali prima del sistema Indo-Arabico con lo zero (zefiro) →
Tolomeo (II d.C.), Eutocio (V d.C.),

Eutocio (V Secolo d. C.)

15 ἀπὸ AK $\overset{\rho\alpha}{M}$, $\delta\mu\theta'$, τὸ δὲ ἀπὸ $K\Gamma$ $\delta\tau\nu\varsigma'$, οἷς ἴσον
 ὄν τὸ ἀπὸ AG ἐστὶ $\overset{\rho\alpha}{M}$, $\eta\nu\epsilon'$, ὧν πλευρὰ τετραγωνικὴ
 $\alpha\theta'\epsilon''$ ἔγγιστα. ὑπερέχει γὰρ τὸ ἀπ' αὐτῆς τοῦ ἀκρι-
 βοῦς $\mu^{\circ}\iota\beta'\gamma''\lambda\varsigma''$. ἢ AG ἄρα πρὸς ΓK ἐλάσσονα
 λόγον ἔχει, ἢ περ $\alpha\theta'\epsilon''$ πρὸς $\xi\varsigma'$. οἱ δὲ πολλα-
 20 πλασιασμοὶ ὑπόκεινται·

$$\frac{\eta\ AK\ \alpha\zeta'}{\epsilon\pi\iota\ \alpha\zeta'}$$

$$\frac{\overset{\rho}{M}\ \xi'}{\xi\mu\theta'}$$

$$\frac{\overset{\rho\alpha}{\delta\mu\theta'}}{\delta\mu\theta'}$$

τούτοις ἴσον τὸ ἀπὸ AG ἐστὶ

$$\frac{\overset{\rho\alpha}{M}\ \eta\nu\epsilon'}{M\ \eta\nu\epsilon'}$$

$$\frac{\eta\ K\Gamma\ \xi\varsigma'}{\epsilon\pi\iota\ \xi\varsigma'}$$

$$\frac{\gamma\chi\tau\xi'}{\tau\xi\lambda\varsigma'}$$

$$\frac{\delta\tau\nu\varsigma'}{\delta\tau\nu\varsigma'}$$

$$\frac{\epsilon\pi\iota\ \alpha\theta'\epsilon''}{\alpha\theta'\epsilon''}$$

$$\frac{\overset{\rho}{M}\ \theta\rho\xi\epsilon'\ \lambda''\ \epsilon''}{\theta\pi\alpha'\ \alpha'\ \lambda''}$$

$$\frac{\rho\xi\epsilon'\ \lambda''\ \epsilon''\ \alpha'\ \lambda''\ \lambda\varsigma''}{\rho\xi\epsilon'\ \lambda''\ \epsilon''\ \alpha'\ \lambda''\ \lambda\varsigma''}$$

$$\frac{\overset{\rho\alpha}{M}\ \eta\nu\iota\xi'\ \gamma''\ \lambda\varsigma''}{M\ \eta\nu\iota\xi'\ \gamma''\ \lambda\varsigma''}$$

ὑπερέχει τοῦ ἀκριβοῦς
 $\mu^{\circ}\iota\beta'\gamma''\lambda\varsigma''$.

Zero, Zefiro, Cifre

- L'Aritmetica indiana
- Le cifre magrebine (curve continue spigolose)
- Zero Vuoto Etere
- L'Algebra araba e gli algoritmi

Leonardo Pisano

- Leonardo Fibonacci e *Liber Abaci*
- Cerniera di collegamento tra:
 - la cultura matematica Araba, in cui si innestano la tradizione Alessandrina, Bizantina e Indiana.
 - la cultura europea medievale che riceve un impulso decisivo da cui fioriranno gli studi algebrici del Rinascimento Italiano (Tartaglia, Scipione del Ferro, Cardano, Ferrari, Bombelli)

Simon Stevin

De Thiende 1585

- L'artimetica posizionale
- Periodi Tavole operazionali
- Virgola

DE
T H I E N D E

Leesende door onghelwoorde lichtricheyt
allen rektzingen onder den Menschen
noodich vallende, afveerdighen door
heele ghetalen sonder ghebrukken.

Beschreven door SIMON STEVIN
van Brugghe.



TOT LEYDEN,
By Christoffel Plantijn.

M. D. LXXXV.

Cartesio

- Dai punti alle coordinate
- Dalle figure alle equazioni
- Inizio dell'arimetizzazione (Weierstrass, Dedekind, Frege, Cantor)
- Lo Spazio e il Numero: Arithmoi, Meroi, Logoi
Multipli Frazioni Rapporti
Numeri e simboli (successioni creative e ricorrenti)

Rivoluzione Analitica



Francoise Viéte 1591

- Isagoge in artem analyticam
- Letterali, parametri, variabili
- Espressioni, sostituzioni, riduzioni e valutazioni
- Calcolo algebrico

Rivoluzione Algebrica



Cartesio 1596 - 1650



Nepero

- Mirifici Logarithmorum
- Sincronizzare progressioni aritmetiche con progressioni geometriche $(1 + 1/n)$
- Tavole dei seni: Astronomia e Navigazione

relecto

LOGARITHMORVM
CANONIS DESCRIPTIO.

S E P

ARITHMETICARVM SVPPVTATIONVM
MIRABILIS ABBREVIATIO.

*Eiusque vsus in utraque Trigonometria, et etiam in omni
Logistica Mathematica, exemplis facilissimis &
expeditissimis explicatio.*

Authore ac Inuatore **IOANNE NEPERO,**
Barone Merchistonij, &c. **Scoto.**

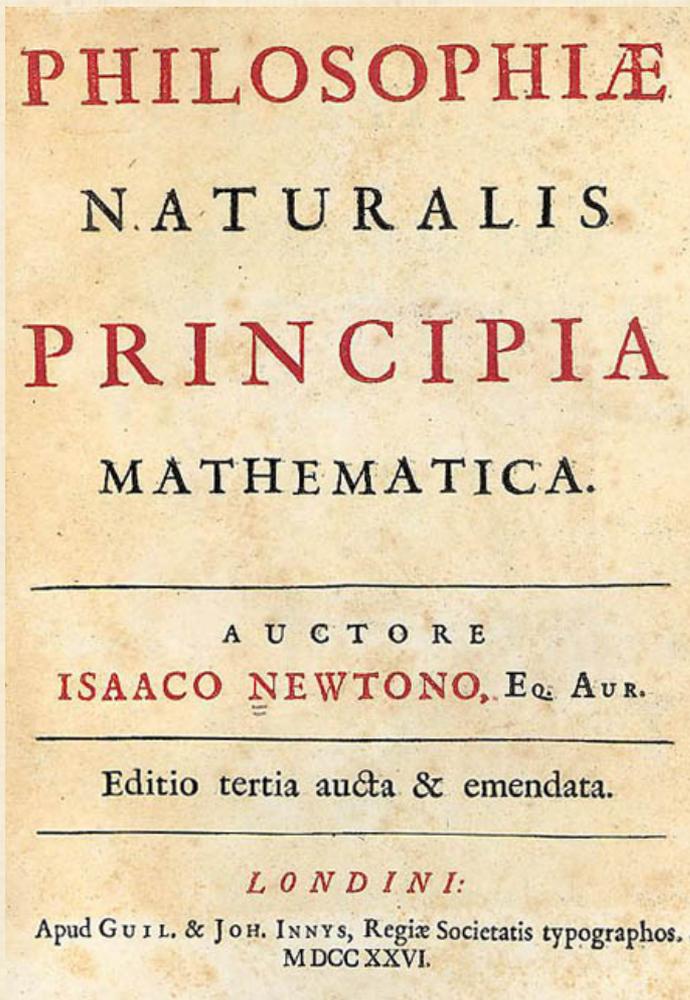


LVGDVNI,
Apud Barth. Vincentium.

M. DC. XIX.

Cum Privilegio Caesar. Majest. & Christ. Galliarum Regis.

Rivoluzione Infinitesimale



Infinitesimi e d-notazione

- Characteristica Universalis
- Calculus ratiocinator
- Variabili e funzioni
- dx df differenziali

Isaac Newton 1642 - 1726



Leibniz 1646 - 1716



Eulero 1707 – 1783 $f(x)$



Rivoluzione Probabilistica

- Cardano, Pascal, Fermat
- Jakob Bernoulli : Ars Conjectandi
- Yughens, Bayes, Laplace, Gauss
- $P(A|B) = P(A, B)/P(B)$ Condizionamento

JACOBI BERNOULLI,
Præf. Ball. & æmuliq. Societ. Reg. Scientiar.
Coll. & Præf. Societ.
MATHEMATICI CÆLEBRIS
ARS CONJECTANDI,
OPUS POSTHUMUM.
Æditi
TRACTATUS
DE SERIEBUS INFINITIS,
Et Exercitia & Quesitiæ
DE LUDO PILÆ
RETICULARIS.



BASILEÆ.
Impensis THURNISIORUM, Frunten.
MDCCXIII.

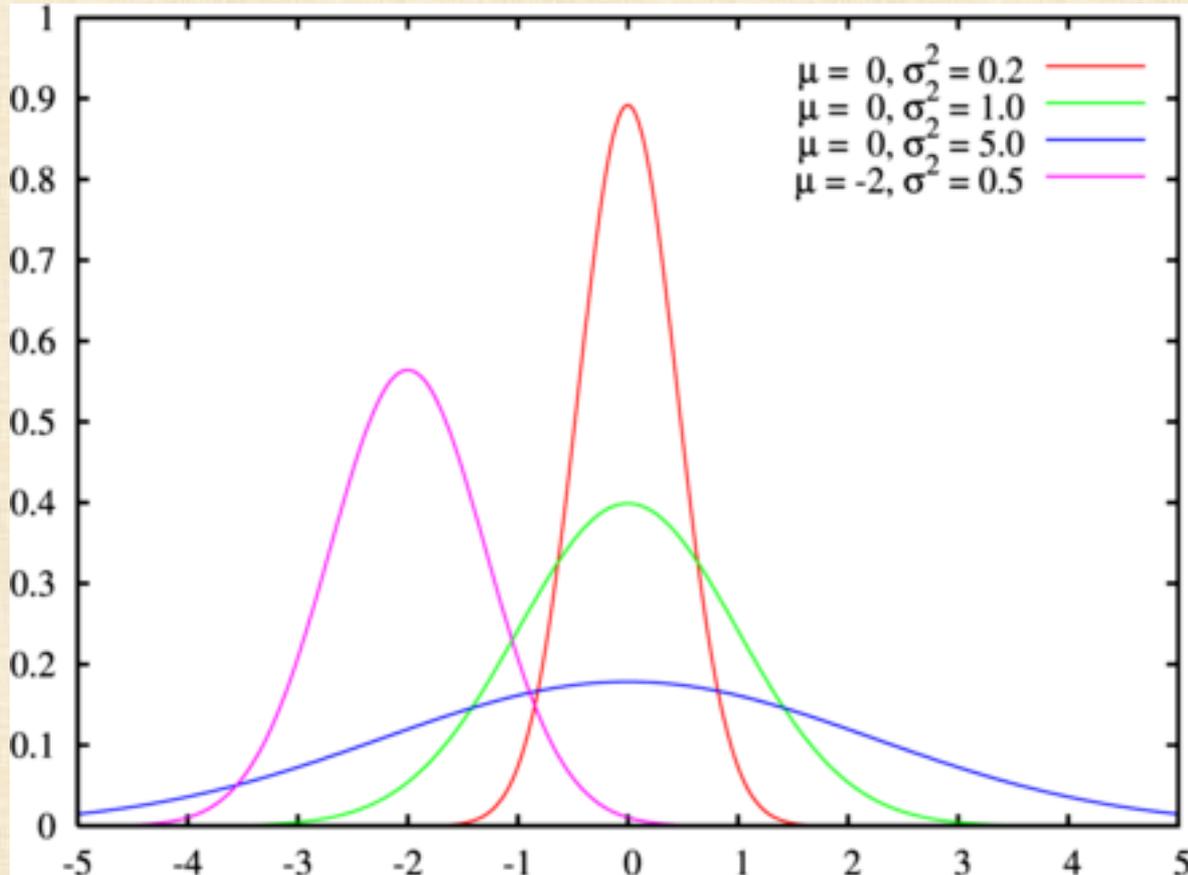
Jakob Bernoulli 1654 - 1705



Friedrich Gauss 1777 - 1855



Distribuzioni Gaussiane



$$f(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right)$$

Insiemizzare i numeri

- Dalle classi ai point-sets
- Dalla aritmetizzazione alla spazializzazione: spazio e tempo matematici si inseguono e si fondono come Alfeo ed Aretusa
- La fondazione insiemistica della matematica
- Comprensione ed Astrazione

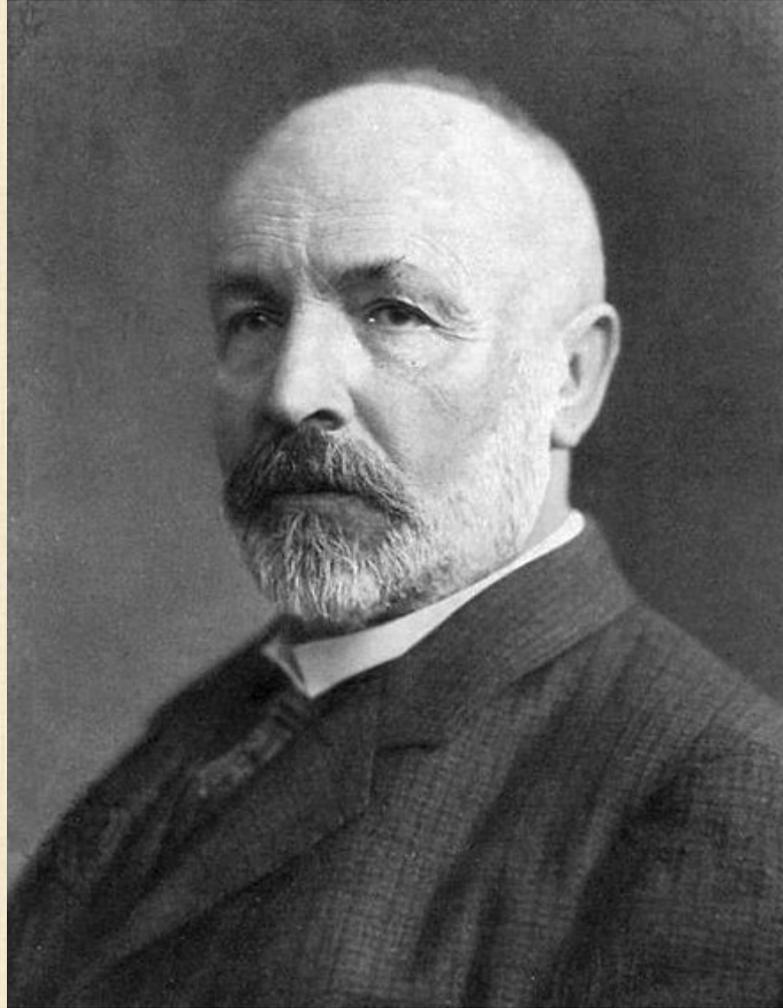
Numeri di von Neumann

- $0 = \emptyset$
- $1 = \{\emptyset\}$
- $2 = \{\emptyset, \{\emptyset\}\}$
- ...
- $n+1 = n \cup \{n\}$
- ...

$$A < B \iff A \subset B \iff A \in B$$

- **$n+1$** risulta una vera e propria **operazione successore**, generando ad ogni sua applicazione un elemento diverso da tutti quelli generati precedentemente (partendo da \emptyset).
- **Numero = insieme dei numeri che lo precedono.** . .

Georg Cantor 1845 - 1918



La rivoluzione Logica

Individui e predicati

Costanti individuali e predicative: a, b, c, P, Q, R

- $P(a)$
- $Q(a, b)$
- $R(a, b, c)$

$P = \text{Pari}$

$Q = \text{Minore}$

$R = \mathbf{a}$ Logaritmo di \mathbf{b} in base \mathbf{c}

$P(4) \quad \neg P(3)$

$Q(3, 4)$

$R(2, 100, 10)$

Connettivi e Quantificatori

- \neg negazione $\neg Q(4, 3)$
- \wedge congiunzione $Q(3, 4) \wedge Q(4, 5)$
- \vee disgiunzione $Q(3, 4) \vee Q(4, 3)$
- \rightarrow implicazione $Q(3, 4) \rightarrow Q(4, 5)$
- Quantificazione universale (per ogni) \forall
- Quantificazion esistenziale (esiste) \exists
- Variabili: x, y, z, \dots

Componendo predicati, costanti, connettivi, quantificatori e variabili si ottengono **Proposizioni**
(vere, false)

Le costanti denotano individui particolari, le variabili individui generici di una classe di individui detta **Dominio dei predicati**.

- $\forall x P(x)$ Falso
- $\exists x P(x)$ Vero
- $\forall x (P(x) \rightarrow \neg P(x+1))$ Vero
- $\forall x \exists y Q(x, y)$ Vero
- $\exists y \forall x Q(x, y)$ Falso

La somma di tre numeri consecutivi divide 3

• $\forall x, y, z \exists w (y = x+1 \wedge z = y+1 \rightarrow x+y+z = (1+1+1) * w)$

- Vi sono infiniti primi (Euclide)
- Ogni dispari che diviso 4 da resto 1 è somma di due quadrati (Fermat)
- Per ogni n, non esistono n-potenze (non nulle) che siano somma di due n-potenze (Fermat)
- Vi sono infiniti primi gemelli (Diofanto)
- Ogni pari maggiore di 2 è somma di due primi (Goldbach)

Logica Matematica

Fondamenti della Matematica (2° 800 – 1° 900)

- Boole, Frege, Peano, Cantor, Schroeder, Peirce, Russel, Hilbert, Church, Post, ...
- Linguaggio e concetti matematici fondamentali
- Teoremi fondamentali: Skolem, Herbrand, Gödel, Malcev, Turing, Tarski, Gentzen, Cohen, ..
- Logiche superiori (modali, intensionali, ...)
- Logica e semantica linguistica : Montague '70
- Rappresentazione di conoscenza '80

Lingue artificiali (2° 800 – 1° 900)

- Esperanto
- Volapük
- Lincos
- Loglan
- Glosa
- Interlingua
- Klone
- Intergramma - Metagramma

Riduzione o formalizzazione di grammemi e operazioni sintattiche

Tesi di Hilbert

Ogni teoria matematica si può esprimere come
teoria predicativa

- Predicati (e Operazioni): P, Q, \dots (f, g, \dots)
- Uguaglianza =
- Costanti: a, b, c, \dots
- Variabili: x, y, z, \dots
- Connettivi
- Quantificatori
- Parentesi e virgola
- Proposizioni
- Teorie predicative (Insiemi di proposizioni)

16 Simboli logici minimali

0 1 (simboli numerici)

P a x (simboli predicativi e individuali)

\neg \forall \rightarrow (impl. Filone: $1 \rightarrow 0 = 0$, altrimenti 1)

, () | = (separ, aggreg, menzione, equazione)

{ } ι λ (operatori di astrazione)

Ideografia

La rivoluzione Informazionale

- Wiener, Turing, Shannon, von Neumann
- Macchina di Turing
- Grammatica di Chomsky

Sintassi concreta: Gerarchia di Chomsky

(Syntactic Structures, 1957 – A. Thue, E. Post)

- Linguaggi finiti FIN
- Regolari REG
- Liberi dal contesto CF
- Dipendenti dal contesto CS
- Decidibili REC
- Semidecidibili RE

FIN C REG C CF C CS C REC C RE

Linguaggi liberi e Contestuali

- CF sono generati da regole $X \rightarrow \alpha$
- CS da regole CF + $XY \rightarrow UV$

• $G =$

G genera tutte e solo stringhe
terminali della forma $a^n b^n c^n$
con $n \in \mathbf{N}$

$\left\{ \begin{array}{l} S \rightarrow abc \mid aSBc \\ cB \rightarrow Bc \\ bB \rightarrow bb \end{array} \right.$

- La sintassi astratta è CF
- La sintassi concreta è CS

La rivoluzione Informatica

- Linguaggi , Algoritmi , Automi
- Computer
- Programmi
- Linguaggi procedurali, logici, funzionali
- Tipi di dati
- Gerarchie di software
- Reti
- Notazione matematica e linguaggi programmatici
- Parentesi , Oggetti , Classi
- Intelligenza artificiale
 - Programmare → Learning , Distribuzione, Adattamento

Sintassi e linguaggi di mark-up

- HTML (parentesi generalizzate)
- `<Tag> <\Tag>`
- `<Tag, attributo = valore, ...> ... <Tag>`
- Nel corpo interno ad una coppia di tag possono esservi altri **Tag**, ma anche **Link** a interi testi HTML.
- Con coppie di tag si esprimono operazioni sintattiche, con attributi e link si esprimono riferimenti e concordanze.

AUGNIL (AUG: Natural Indian-american Language)

- fdjuytbdhkoplinoggororfgviutuyftrevaxaiifaheimolfmluvjreesdeakjh fio
- fdju ytbdhko plinog gor orfgvi utu yftre vaxa iifah eim olfm luvjre esde akjh fio
- 1: (fdju
- (5: (4: (2: ytbdhko, 3: plinog
- 6: (7: gor, 8: orfgvi)))
- (9: utu
- 13:(10: yftre, 11: vaxa, 12: iifah))
- 16:(((14: eim, 15: olfm)
- 17: luvjre)
- 18: (19: esde, 21: akjh))
- 22: fio)

Sintassi HTML testo AUGNIL

<Fatico>

fdju

<Clausola>

<Proposizione, concordanza ko= gor>

<Verbale, concordanza ko=og> ytbdko, :plinog</Verbale>

<Sostantivale, concordanza go=gor> gor, orfgvi</Sostantivale>

</Proposizione>

<Allocutivo> utu

<Destinatario> yftre\$, vaxa\$, iifah\$</Destinatario>

</Allocutivo>

</Clausola >

<Proposizione, concordanza ei=es>

<Verbale>

<Verbale, concordanza im=fm> eim, olfm </Verbale>

<Aggettivale> luvjre </Aggettivale>

</Verbale>

<Sostantivale, concordanza es=ak> esde, akjh</Sostantivale>

</Proposizione>

fio

</Fatico>

Testualizzazione, ritorno agli alfabeti 80 tasti, da 1 byte

- 10 cifre
- 100 lettere (latine, maiuscole, decorate, ...)
- 20 logici
- 20 operazioni
- 20 relazioni
- 20 commerciali
- 20 controllo
- 20 interpunzione

... Linguaggio “*Epifania dell’Esistenza*” ...

Grazie per l’attenzione !