

# Leibniz tietojenkäsittelytieteessä

## Tiede ja filosofia 1600-luvulla

- Ns. moderni aikakausi
- Skolastikot
  - Perinteinen, keskiaikainen Aristoteleen oppeihin perustuva kristillinen koulusuunta
- Uusia tuulia filosofiassa ja tieteessä
- Descartes, Galileo, Kepler, ..
- Yliopistoissa usein vielä perinteistä skolastista opetusta
- Uuden tieteen harrastajat tapasivat esimerkiksi omissa kokouksissaan

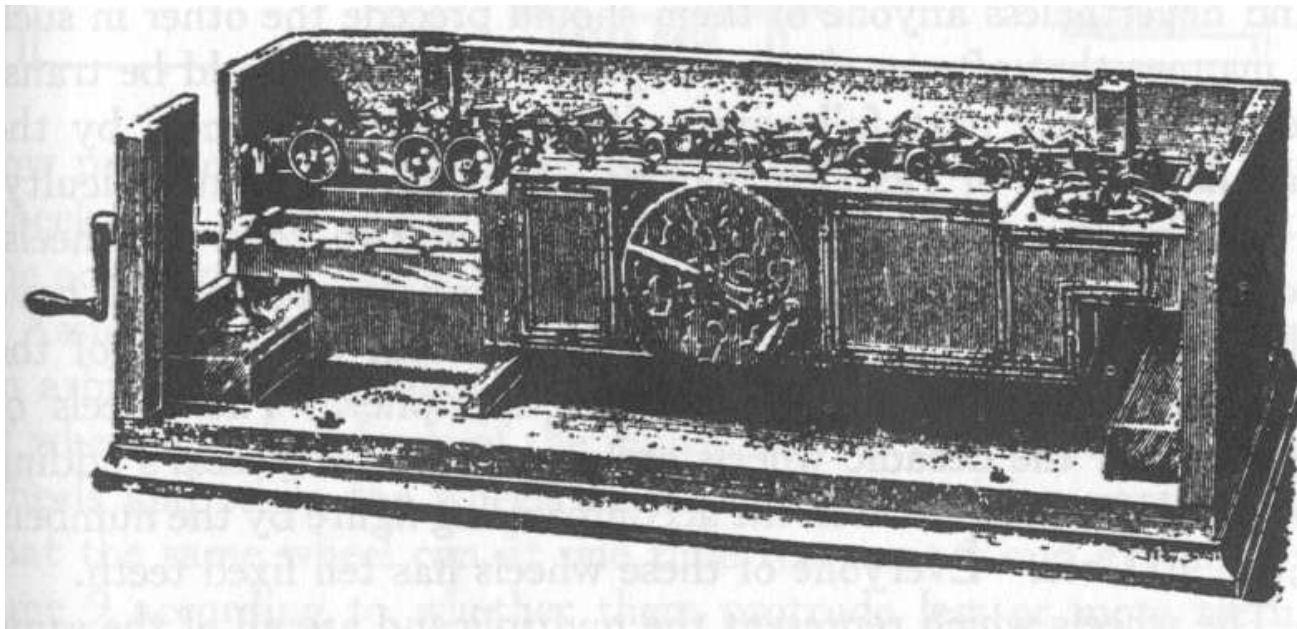
# Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716)



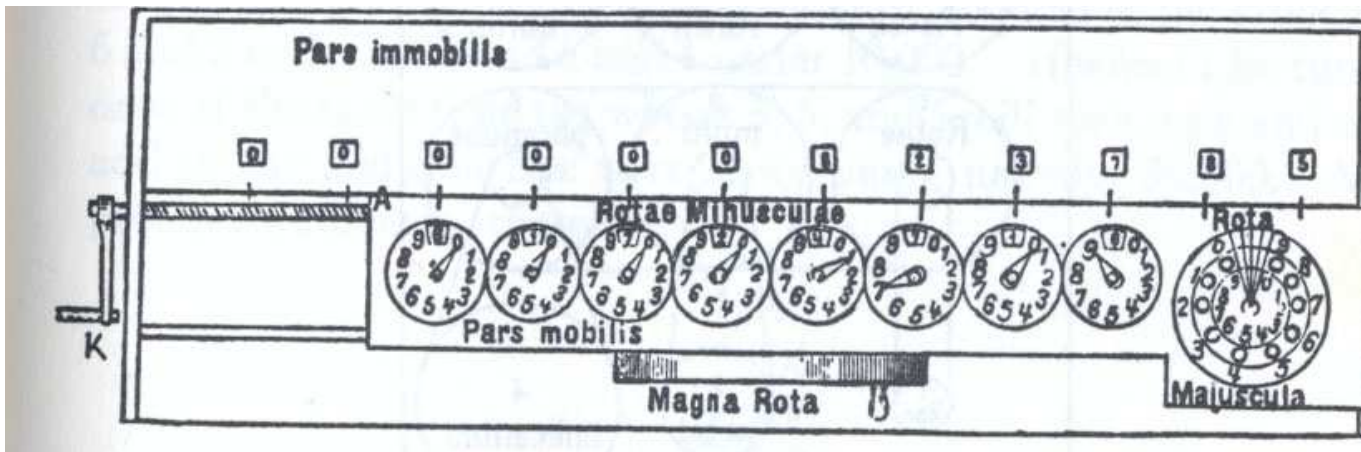
- Yksi historian suurimmista yleisneroista
- Monilla aloilla itseoppinut (mukaanlukien matematiikassa)
- Keksi differentiaali- ja integraalilaskennan
  - Kiista Newtonin kanssa
- Lukuisia muita tuloksia matematiikassa (determinantit, logiikka, ..)

- Metafysiikka ja filosofia
  - Monadit ja niiden aggregaatit
  - Aika ja avaruus eivät ole osa fyysistä todellisuutta, mutta avaruutta vastaa jokin monadien suhteellinen järjestys ja aikaa jokin monadien peräkkäinen järjestys
- Kiinnostunut myös erilaisista teknisistä ratkaisuista: laskukone, tuulivoima, ..

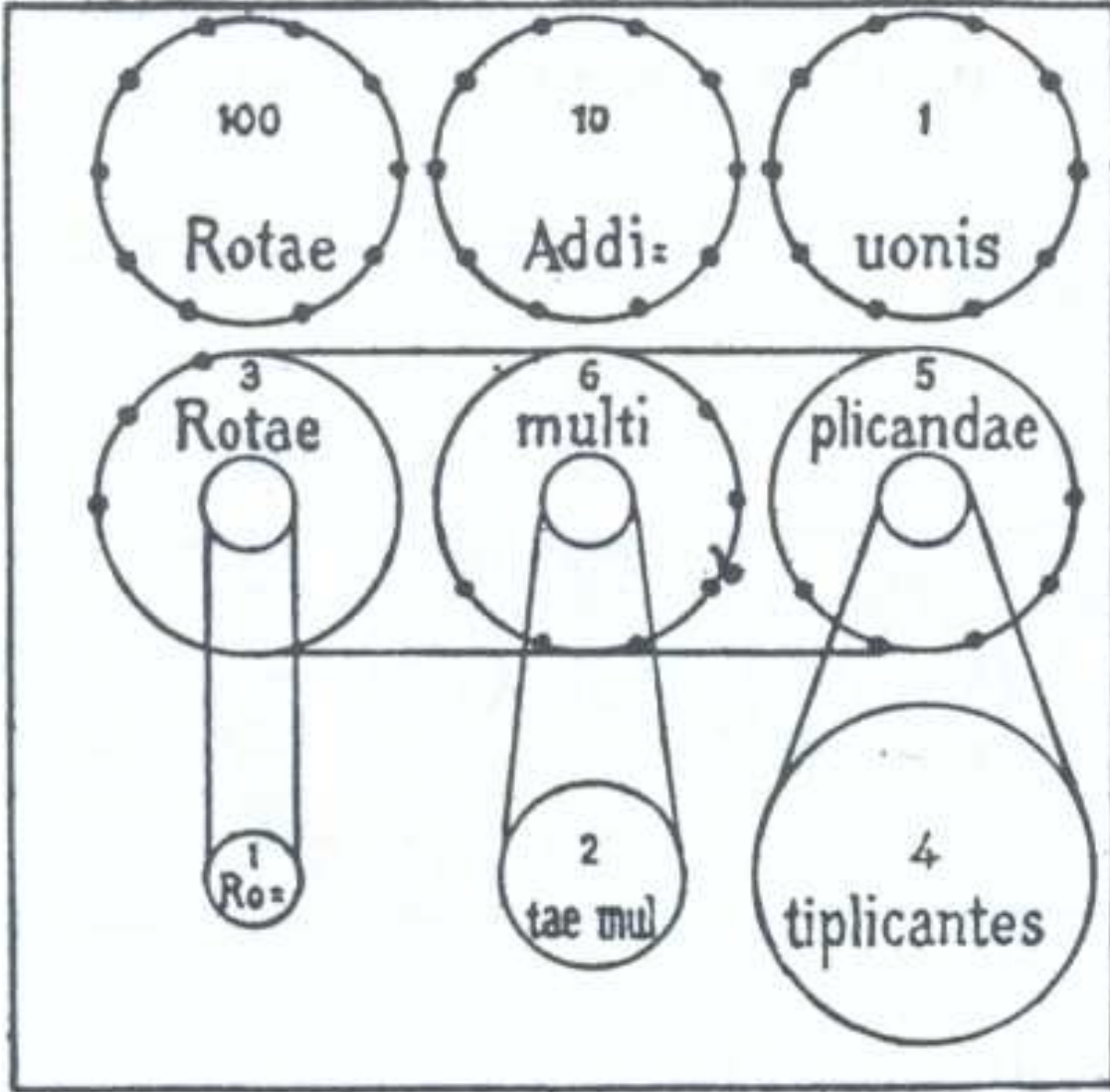
## Leibnizin laskukone

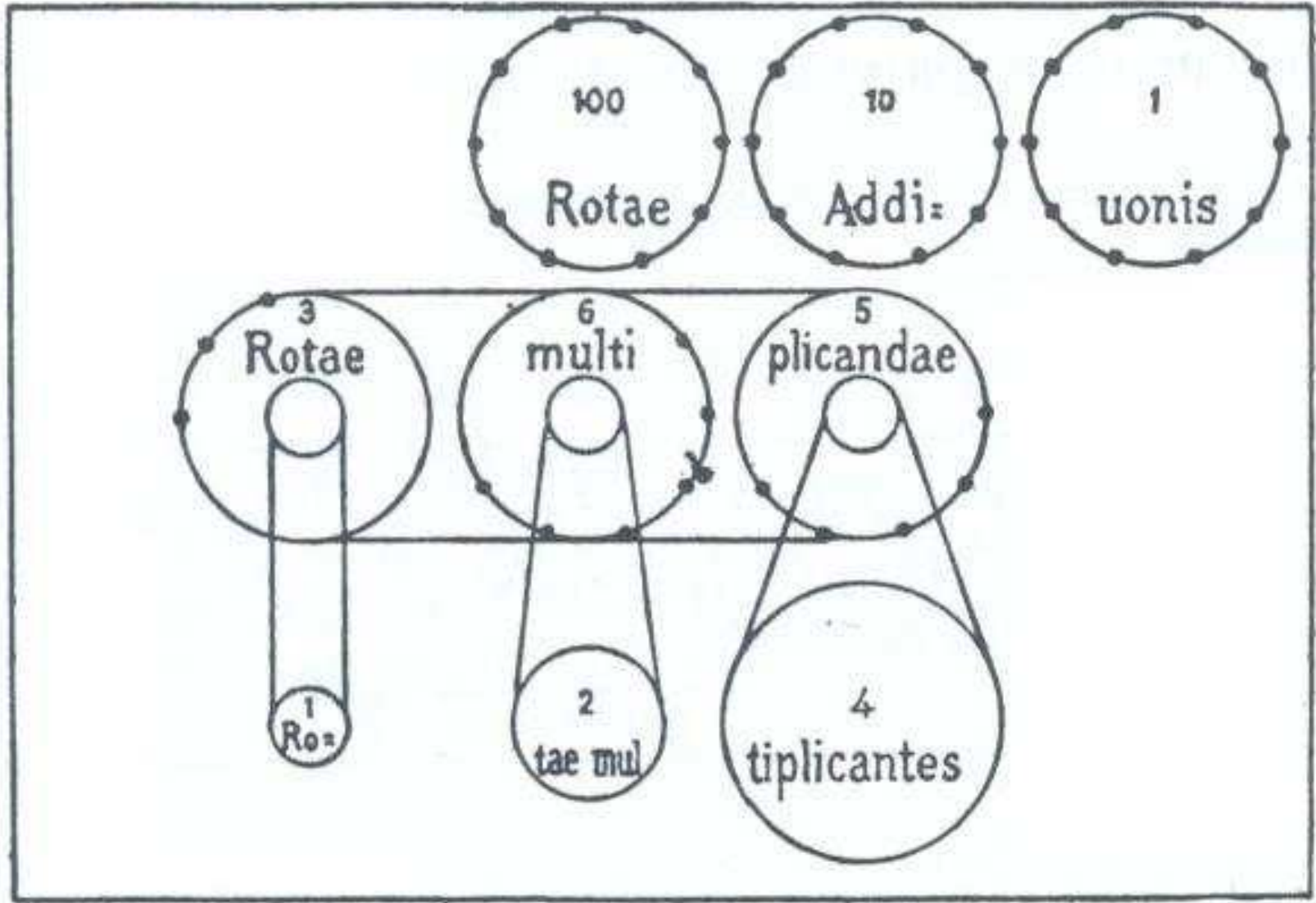


- Leibniz oli kuullut Pascalin laskukoneesta ja tiedusteli siitä pariisilaiselta ystävältään
- Esittelyn jälkeen Leibnizin laskukonetta pidettiin Pariisissa ja Lontoossa yhtenä aikansa tärkeimmistä keksinnöistä
- Leibnizin koneessa yhteen-, vähennys-, kerto- ja jakolasku
  - Yhteenlaskurattaiden toiminta Pascalin koneesta







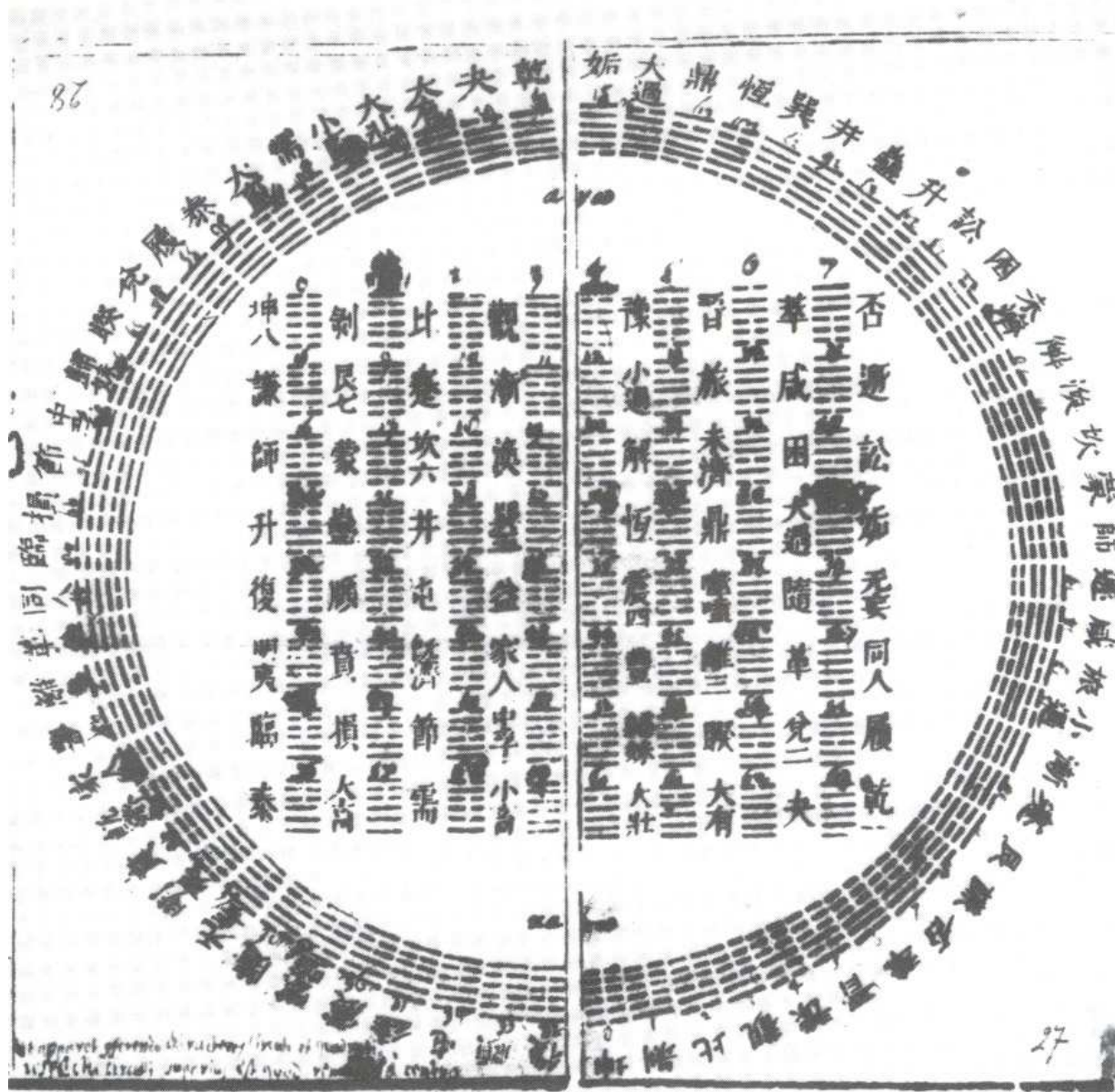


## Binääriluvut

- Binääriluvut tunnettiin joissain piireissä, mutta niiden ominaisuuksia ei oltu tutkittu kovinkaan paljoa
- Leibniz innostui binäärilukujen jonoissa esiintyvistä säännönmukaisuuksista
  - Uskoi, että binäärilukujen avulla voitaisiin löytää uusia totuuksia luvuista
  - Tämä on osoittautunut perusteettomaksi

00000	0
00011	3
00110	6
01001	9
01100	12
01111	15
10010	18
10101	21

- Yhtäläisyydet kiinalaisten I Ching -järjestelmään ja hänen metafysiikkaansa



86

27

## Universaali karakteristiikka

- Filosofian ja tieteen kieli
- Oppineet kerääntyvät pöydän ympärille ja huudahtavat: “Lasketaan!”
- Leibnizilla paljon erilaisia versioita universaalista karakteristiikasta elämänsä aikan
- Binääriluvut universaalien karakteristiikan perustana
- Myöhemmällä iällä Leibniz keskittyi universaaliin karakteristiikkaan enemmän modernia logiikkaa muistuttavana järjestelmänä
  - Ongelmia esimerkiksi primitiivisten käsitteiden löytämisessä?

- Käytännössä keksi paljon modernia logiikkaa ja todistusta vastaavan järjestelmän



---

MÄÄRITELMÄ 3. Että A sisältyy L:ään eli että L sisältää A:n, on sama kuin että L asetetaan vastaamaan yhdellä kertaa useita, joiden joukossa A on. [...]

$B \oplus N = L$  merkitsee, että B sisältyy L:ään [...] ja että B ja N yhdessä muodostavat tai kokoon panevat L:n. Sama pätee useammasta.

AKSIOOMA 1.  $B \oplus N = N \oplus B$ . [...]

POSTULAATTI 2. Mitkä hyvänsä useat, kuten A, B, voidaan yhdistää yhdeksi kokonaisuudeksi  $A \oplus B$  [...]

AKSIOOMA 2.  $A \oplus A = A$ . [...]

PROPOSITIO 5. Jos A sisältyy B:hen ja  $A = C$ , niin C myös sisältyy B:hen. [...] Jos propositiossa A sisältyy B:hen [...] sijoitetaan A:n paikalle C, saadaan C sisältyy B:hen.

PROPOSITIO 6. Jos C sisältyy B:hen ja  $A = B$ , niin C myös sisältyy A:han. [...] Jos propositiossa C sisältyy B:hen sijoitetaan B:n paikalle A, saadaan C sisältyy A:han. [...]

PROPOSITIO 7. A sisältyy A:han. [...] Sillä A sisältyy  $A \oplus A$ :han (määritelmän 3 mukaan). Näin ollen (proposition 6 mukaan) A sisältyy A:han.  
[...]

PROPOSITIO 20. Jos A sisältyy M:ään ja B sisältyy N:ään, niin  $A \oplus B$  sisältyy  $M \oplus N$ :ään.

---

NÄYTE LEIBNIZIN ERÄÄSTÄ LOOGISESTA KALKYYLISTA.

- Leibniz ilmeisesti suunnitteli koneita, jotka perustuvat binäärilukuihin tai universaalien karakteristiikan sääntöihin!
- Tietojenkäsittelytieteeseen liittyvä kehitys Leibnizin jälkeen?
  - Leibnizin laskukoneen rattaita käytettiin laskukoneissa 1900-luvulle asti
  - Boole 1800-luvulla
  - Turingin kone, von Neumannin kone ja niin edelleen 1900-luvulla
  - Jotkut Leibnizin tähän kehitykseen liittyvistä ideoista löydetty uudestaan vasta jälkikäteen (esimerkiksi logiikka)