

# Skuteczne wdrażanie projektów informatycznych

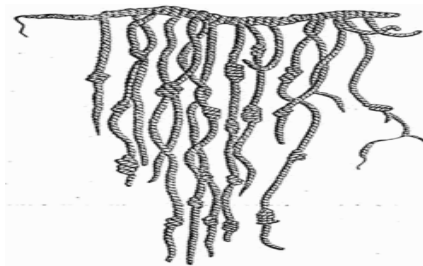
## Architektura systemów informatycznych



Metody Matematyczno-Ekonomiczne  
oraz Informatyka w Biznesie  
Wydział Matematyki, Informatyki i Mechaniki  
Uniwersytet Warszawski

Skuteczne wdrażanie projektów informatycznych

Na początku było liczydło



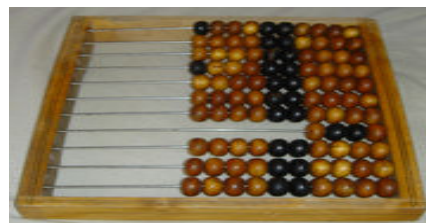
Azteckie (*kipu*)

Japońskie (*soroban*)



Rzymskie

Rosyjskie (*счёты*)

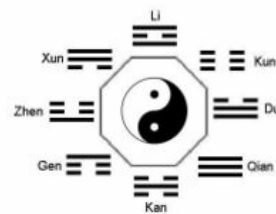
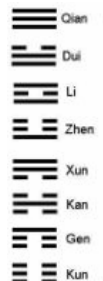




## Był też system binarny

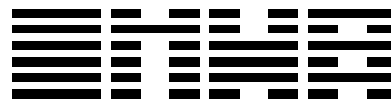
### ■ Chińskie trygramy

- 8 trygramów
- liczby 3-bitowe



### ■ Chińskie heksagramy

- 64 heksagramy
- liczby 6-bitowe
- np. 1, 8, 32, 64



3



## Euklides

- Euklides, przed 323 – po 283 BC
- Algorytm Euklidesa
  - algorytm znajdujący największy wspólny dzielnik dwóch liczb
    - z przestrzeni Euklidesowej (np. liczb całkowitych)
  - // definicja oryginalna
  - function nwd(a, b)
  - while b ≠ 0
  - if a > b
  - a := a - b
  - else
  - b := b - a
  - return a
  - // współczesna implementacja rekurencyjna
  - function nwd(a, b)
  - if b = 0 return a
  - else return nwd(b, a mod b)
- Pojęcie *algorytm* wiąże się z nazwiskiem Al-Khwārizmī
  - perski astronom i matematyk żyjący pod koniec pierwszego tysiąclecia naszej ery
  - do dziś brak generalnie akceptowanej definicji algorytmu

4



## Pascal i Leibniz

- Blaise Pascal, 1623–1662

- kalkulator mechaniczny (*Pascaline*)
  - dodawanie, odejmowanie



- nie wzbudził komercyjnego zainteresowania

- Leibniz [1646–1716]

- zdefiniował system binarny
- opisał koncepcję *Calculus Ratiocinator*



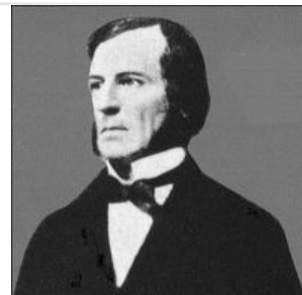
5



## Boole i Shannon

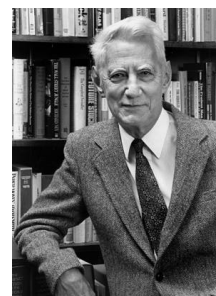
- George Boole, 1815–1864

- system binarny
- algebra Boole'a
  - podstawa współczesnej arytmetyki komputerowej



- Claude Shannon, 1916–2001

- system binarny
- układy przełączające
- praca magisterska
  - algebra Boole'a i arytmetyka binarna mogą być wykorzystane do uproszczenia organizacji elektromechanicznych przełączników wykorzystywanych w centralach telefonicznych (routerach)
- możliwość wykonywania operacji logicznych za pomocą przełączników elektrycznych jest fundamentem na którym zbudowano wszystkie współczesne urządzenia elektroniczne

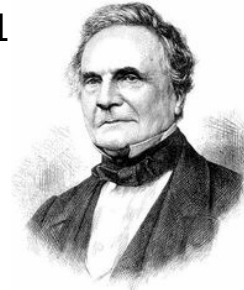


6



## Babbage

- Charles Babbage, 1791–1871
- Maszyna różnicowa
  - kolumny  $k_1, k_2, \dots, k_N$
  - w każdej liczba dziesiętna
  - $k_N = \text{const}$
  - $k_n := k_n + k_{n+1}$
  - $k_1 = \text{wynik iteracji}$
- Programowanie
  - ustalanie wartości kolumn
- Wykonanie
  - iterowanie obliczenia



7



## Babbage – maszyna różnicowa

- Weierstrass:
  - każda funkcja ciągła może być aproksymowana przez wielomian
  - każdy wielomian można obliczyć z tablic różnicowych
- Przykład
  - $f(n) = n^2 + n + 41$
  - $d1(n) = f(n) - f(n-1) = 2n$
  - $d2(n) = d1(n) - d1(n-1) = 2$
  - $f(n) = f(n-1) + d1(n) = f(n-1) + (d1(n-1) + 2)$

n	0	1	2	3	4 ...
d2(n)			2	2	2
d1(n)		2	4	6	8
f(n)	41	43	47	53	61

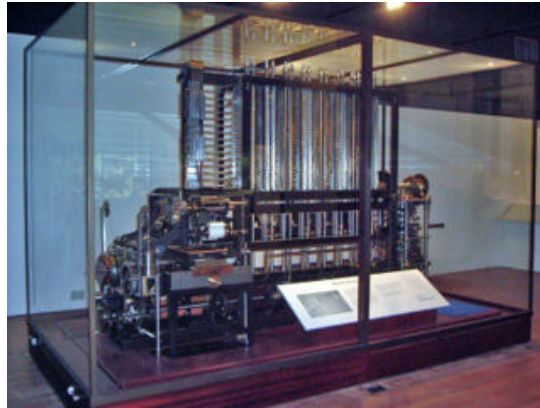
- Wystarczy umieć dodawać!

8



## Babbage – maszyna różnicowa

- 1823
  - Babbage publikuje pracę w której opisuje maszynę różnicową
- 1834
  - w Szwecji Scheutz & syn czytają pracę
- 1842
  - Babbage porzuca pracę nad maszyną różnicową, zajmuje się maszyną analityczną
- 1855
  - Scheutz pokazuje maszynę na Targach Światowych w Paryżu
  - Maszyna oblicza dowolny wielomian 6-tego rzędu
  - Szybkość: przelicza 33 do 44 32-cyfrowych liczb na minutę!



9



## Babbage – maszyna analityczna

- 1833
  - Babbage publikuje pracę w której opisuje maszynę analityczną
- Inspiracja: krosna Jacquard-a
  - krosna były kontrolowane przez karty perforowane
  - zestaw kart z ustalonymi dziurkami określał wzór
    - *program*
  - zestaw kart można było wykorzystywać dla różnych kolorów włókien
    - *dane*
- 1871
  - Babbage umiera
  - Maszyna pozostaje niezrealizowana
- Nie jest jasne, czy nawet dziś udałooby się dokładnie taką maszynę zbudować tylko z wykorzystaniem technologii mechanicznych
  - natomiast
- Harvard Mark I zbudowany w 1944 jest bardzo zbliżony pomysłem do maszyny analitycznej



10



## Babbage – maszyna analityczna

- Pierwsza koncepcja komputera ogólnego przeznaczenia
- *Magazyn*
  - w którym przechowywane są wszystkie zmienne na których operujemy oraz wartości powstałe w wyniku operacji
- *Silnik*
  - do którego przenoszone są zawsze wartości, na których będziemy operować i który je przetwarza
- Operacja
  - w *silniku* wymagała włożenia dwóch kart
  - i tworzyła nową kartę do odłożenia w *magazynie*

11



## Ada Byron

- Ada Byron, Lady Lovelace, 1815 – 1852
- Pierwszy programista!
  - *nie czekając na zbudowanie tej maszyny zaczęła pisać dla niej programy*
- Pomysły Babbage'a zyskały rozgłos dzięki:
  - Luigi Menabrea
    - opublikował notatki z wykładów Babbage'a we Włoszech
  - Lady Lovelace
    - przetłumaczyła notatki Menabrea na angielski
    - w dużym stopniu je uzupełniła i rozszerzyła



12



## Turing

- Alan Turing, 1912–1954
  - W 1936 roku opisał *maszynę Turinga*
    - bardzo prosta maszyna operująca za pomocą głowicy na symbolach zapisanych na taśmie
    - zestaw reguł:
      - stan + symbol
      - ->
      - symbol + stan
      - + przesunięcie taśmy
    - jeszcze przed zbudowaniem pierwszego elektronicznego komputera
    - dziś stanowi uniwersalny model komputera i obliczeń
  - uczestniczył w pracach nad złamaniem maszyn szyfrujących Enigma



13



## Zuse

- Konrad Zuse, 1910–1995
  - komputer Z3
    - pierwszy funkcjonalny komputer kontrolowany przez program przechowywany na taśmie
    - częstotliwość zegara
      - ~5–10 Hz
    - długość słowa
      - 22 bity
  - operacje wykonywane były binarnie w pełnej arytmetyce zmiennopozycyjnej
  - w 1998 dowiedziono *kompletności* Z3 w sensie maszyny Turinga
    - moc obliczeniowa równoważna uniwersalnej maszynie Turinga



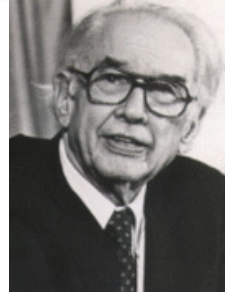
14





## Atanasoff

- John Atanasoff, 1903–1995
  - 1930: Linear Equation Solver
    - obliczenia binarne
    - logika Boolea
  - 1937: Atanasoff-Berry Computer (ABC)
    - pierwsze „elektroniczne cyfrowe urządzenie obliczające”
    - rozwiązywanie równań liniowych i różniczkowych
    - współtwórcą Mauchly, który później pracował nad ENIAC
  - w sporze prawnym dotyczącym patentu ENIAC podważono patent wskazując urządzenie Atanasoffa jako wcześniejszy „komputer”



15



## von Neumann

- John von Neumann, 1903–1957
  - postać numer 1 w historii informatyki
  - w 1946 roku zainspirował prace w projekcie EDVAC, których celem było zbudowanie komputera bez wad ENIAC
  - zaproponował architekturę komputerów, według której buduje się te maszyny do dzisiaj
    - dane oraz program są ładowane do wspólnej przestrzeni adresowej
    - tak naprawdę zastosowali to już twórcy ENIAC-a
  - ekonomia
    - teoria gier



16





## Krótkie podsumowanie

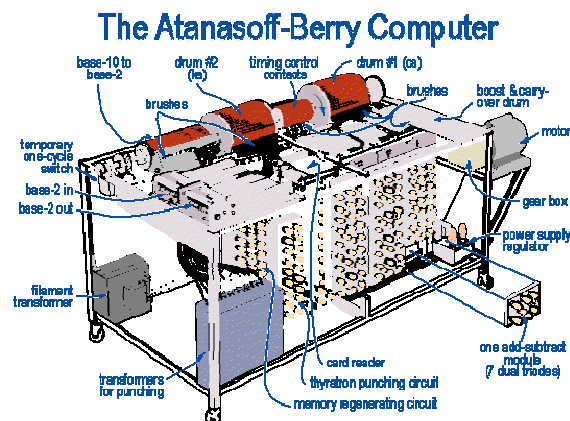
Computer	Shown working	Binary	Electronic	Programmable	Turing complete
Zuse Z3	May 1941	Yes	No	By punched film stock	Yes (1998)
Atanasoff-Berry Computer	Summer 1941	Yes	Yes	No	No
Colossus	December 1943 / January 1944	Yes	Yes	Partially, by rewiring	No
Harvard Mark I/IBM ASCC	1944	No	No	By punched paper tape	No
ENIAC	1944	No	Yes	Partially, by rewiring	Yes
	1948	No	Yes	By Function Table ROM	Yes

17



## ABC [1937]

- obliczenia elektroniczne
- arytmetyka binarna
- przetwarzanie równoległe
- odnawialna pamięć (tak jak w DRAM współcześnie)
- oddzielenie pamięci od funkcji obliczeniowych
- nie był kompletny w sensie maszyny Turinga



18



## Harvard Mark I [1944]

- laboratoria IBM Endicott
- obliczenia głównie mechaniczne
- niektóre przekładnie i tuby próżniowe kontrolowane elektromechanicznie
- waga 5 ton
- 750.000 komponentów
- zegar synchronizowany taktujący co 0.015 sek.
- Wydajność
  - 0.3 sekundy na dodawanie
  - 6 sekund na mnożenie
  - 1 minuta na obliczenie sinusa
- Psuł się raz w tygodniu!

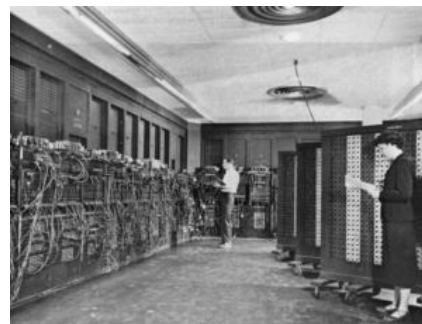


19



## ENIAC [1944]

- Electronic Numerical Integrator And Computer
- pierwszy w pełni elektroniczny, operacyjny kalkulator analityczny ogólnego przeznaczenia
  - 30 ton, 72 metry kwadratowe
- wydajność
  - wczytywał 120 kart na minutę
  - dodawanie 200  $\mu$ s
  - dzielenie 6 ms
  - 1000 razy szybszy niż Mark I
- Nie był niezawadny!
- Zastosowania
  - Obliczenia balistyczne
- $\text{kąt} = f(\text{położenie, wiatr wzdłuż, wiatr poprzeczny, gęstość powietrza, temperatura, waga pocisku, siła ładunku wybuchowego, ...})$



20



## EDVAC [1948]

- System programowania ENIAC był zewnętrzny
  - sekwencje instrukcji były wykonywane niezależnie od wyników obliczeń
  - wymagana była ludzka interwencja by pominąć „niepotrzebne” instrukcje
- Eckert, Mauchly, von Neumann i inni zaprojektowali EDVAC by usunąć ten problem
  - Rozwiązaniem był: *przechowywany program komputerowy*
  - „Programem można było manipulować tak jak danymi”
- Pierwszy draft raportu o EDVAC był opublikowany w 1945 ale tylko miał podpis von Neumann’a
- W 1973 sąd Minneapolis wskazał Johna Atanasoff jako wynalazcę pierwszego komputera

21



## Komputer z przechowywanym programem

- Program = Sekwencja instrukcji
- Jak kontrolowano sekwencjonowanie instrukcji?
  - ręcznie
    - kalkulatory
  - automatycznie
    - zewnętrznie (papierowa taśma)
      - Harvard Mark I
      - Zuse: Z1, WW2
    - wewnętrznie
      - tablica przełączników
        - ENIAC, 1946
      - pamięć read-only
        - ENIAC, 1948
      - pamięć read-write
        - EDVAC, 1947 (koncept)
- współdzielenie pamięci przez program i dane
  - Maurice Wilkes, 1950 – EDSAC

22



## Rozprzestrzenienie się idei

- ENIAC & EDVAC
- IAS                      Princeton                      1946-52
- EDSAC                      Cambridge                      1946-50
- MANIAC                      Los Alamos                      1949-52
- JOHNIAC                      Rand                      1950-53
- ILLIAC                      Illinois                      1949-52
- Argonne                      1949-53
- SWAC                      UCLA-NBS
- UNIVAC                      1951
  - pierwszy komputer komercyjny
- Historycy ciągle debatuja nad wpływem prac Alana Turinga na te przedsięwzięcia

23



## Główny problem: niezawodność

- MTBF (Mean time between failures)
  - średni czas pomiędzy awariami
  - MTBF = 20 min. był bardzo dobrym wynikiem!
- Przyczyny:
  - tuby próżniowe
  - media do przechowywania informacji
    - acoustic delay lines
    - mercury delay lines
    - Williams tubes
    - selections

24



## IBM SSEC (Selective Sequence Electronic Calculator)

- działalność komercyjna 1948-52
- magazyn 150 słów
- instrukcje, ograniczenia, tabele danych
  - wczytywane z taśm papierowych
- 66 stacji czytających taśmy
- taśm można było sklejać w pętle!
- dane wyliczone w jednej fazie obliczenia można było wczytać w kolejnej fazie

25



## IBM 701, IBM 650

- IBM 701
  - w latach 1953-54 sprzedano 30 maszyn
- IBM 650
  - tańszy
  - w roku 1954 sprzedano 120 maszyn
  - były zamówienia na 750 kolejnych
- użytkownicy przestali budować własne maszyny!
- Dlaczego IBM tak późno uaktywnił się w przemyśle komputerowym?
- IBM zarabiał za dużo!
  - Nawet bez komputerów, zyski IBM podwajały się co 4-5 lat w latach 1940' i 1950'

26



## Rozwój oprogramowania

- Do roku 1955
  - Biblioteki funkcji numerycznych
    - Operacje zmiennopozycyjne
    - Operacje na macierzach
    - Rozwiązywanie równań
    - ...
- Lata 1955-60
  - Języki wyższego poziomu
    - Fortran 1956
  - Systemy operacyjne
  - Assemblery, Loadery, Linkery, Kompilatory
  - Programy księgowe śledzące wykorzystanie komputera i naliczające opłaty!
- Komputery wymagały doświadczonych operatorów
  - Od większości użytkowników nie wymagano rozumienia programów, nie mówiąc o ich pisaniu
  - Komputery sprzedawano wraz z mnóstwem oprogramowania

27

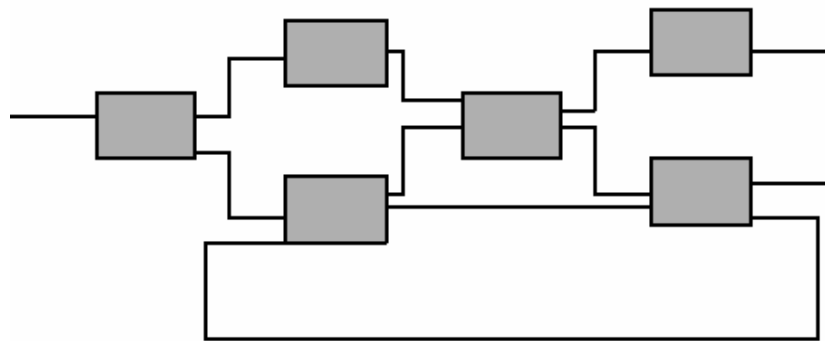


## Przykłady architektur

- |                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|
| ■ Mainframe             | ■ Model-view-controller |
| ■ Distributed computing | ■ Pipe-and-filter       |
| ■ Object-oriented       | ■ Client-server         |
| ■ Blackboard            | ■ Peer-to-peer          |
| ■ Implicit invocation   | ■ Three-tier model      |
| ■ Plugin                | ■ N-tier model          |
| ■ Monolithic system     | ■ Service-oriented      |
| ■ Process-control       | ■ Search-oriented       |
| ■ State-machine         |                         |
| ■ Structured            |                         |
| ■ Software componentry  |                         |

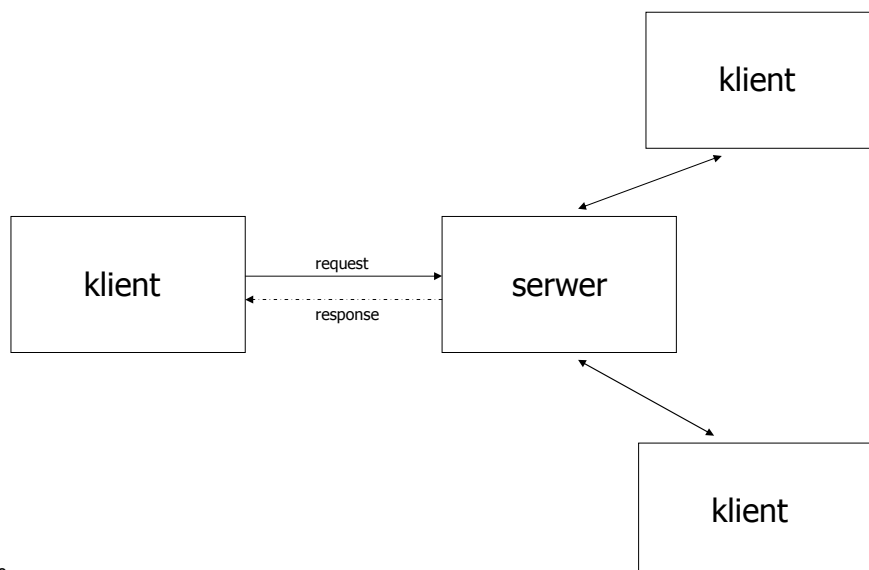
28

## Pipe-and-filter



29

## Client-server

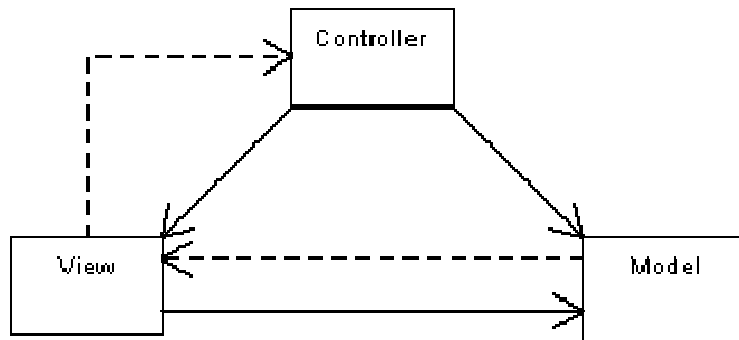


30





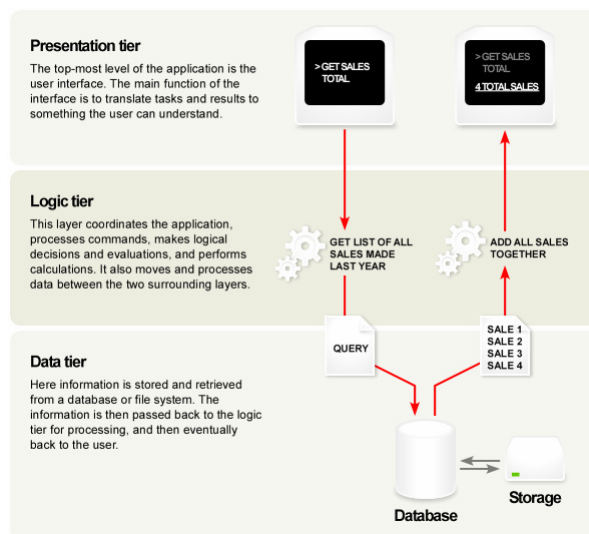
## Model-view-controller



31



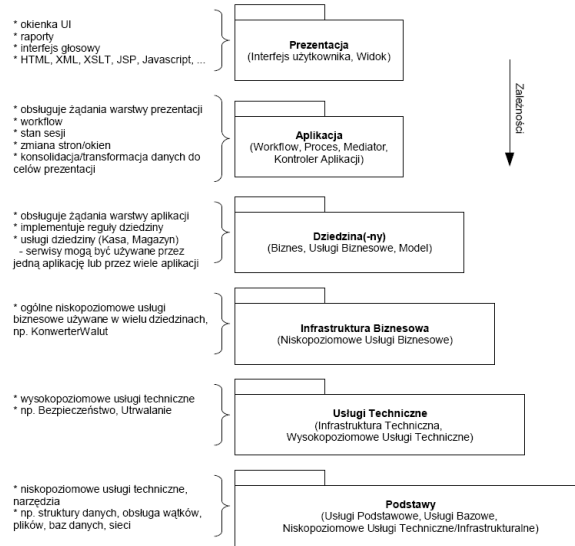
## Three-tier



32



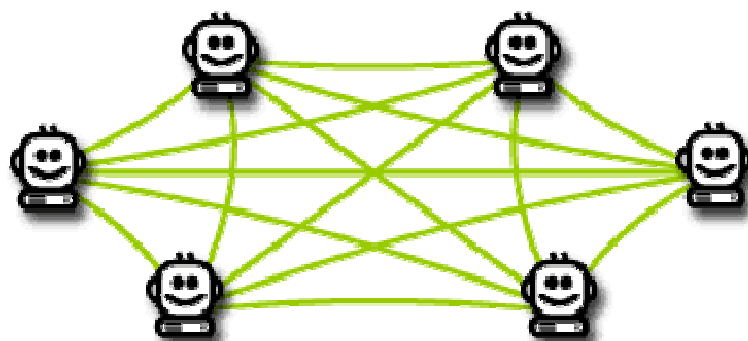
## N-tier



33



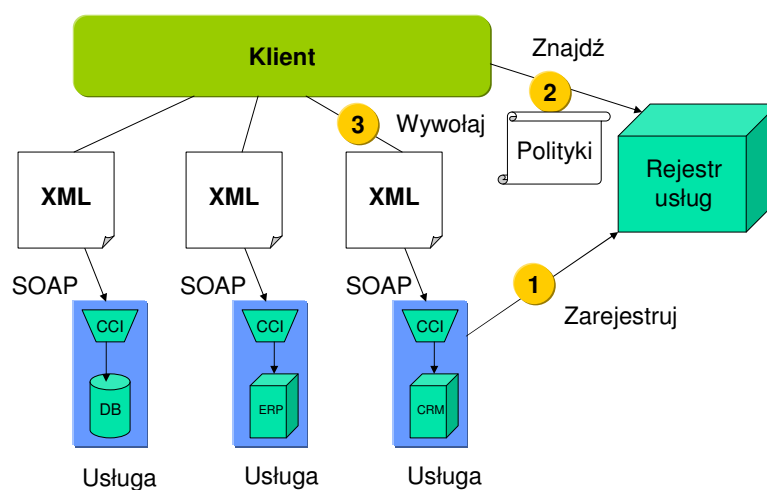
## Peer-to-peer

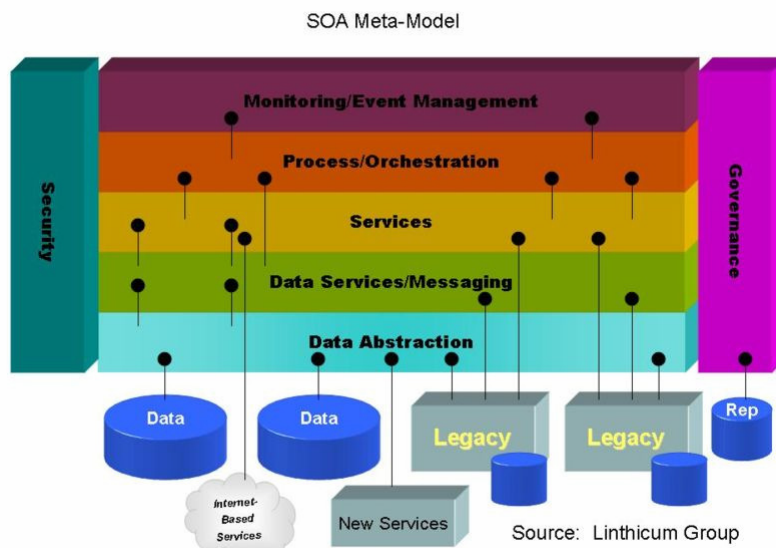


34



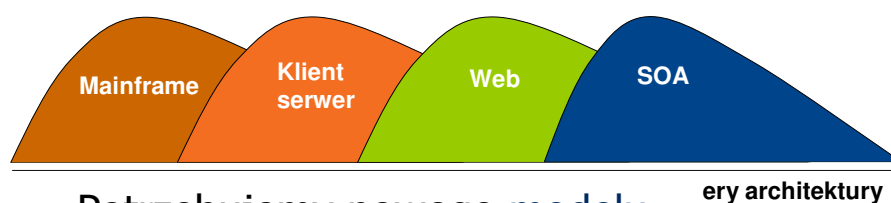
- „Search – don’t sort!”





37

Source: Linthicum Group



- Potrzebujemy nowego modelu obliczeniowego
- Dlaczego dziś?
  - Osiągamy przełom technologiczny pomiędzy
    - Mocą obliczeniową
  - Oraz
    - Możliwościami łączności

38