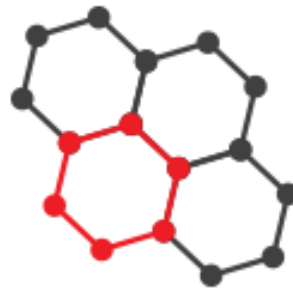


Indeterminizm obliczeniowy w złożonych układach społecznych

Krzysztof Kułakowski

Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej AGH



XLII Zjazd Fizyków Polskich
Poznań 8-13.09.2013

If men define situations as real, they are real in their consequences.

[William I. Thomas, Dorothy S. Thomas, 1928]

plan

1. Socjofizyka: przykłady danych empirycznych
2. Miejsce na obrzeżach nauk społecznych
3. Determinizm i złożoność przyczynowa
4. Alegoria deterministyczna: automat komórkowy
5. Sieci przyczynowe
6. Umysł – zmienne ukryte. Rola kontekstu
7. Konsekwencje: modelowanie, decyzje życia codziennego

Zaproszenie

Facebook – aplikacja myPersonality – test zadowolenia z życia

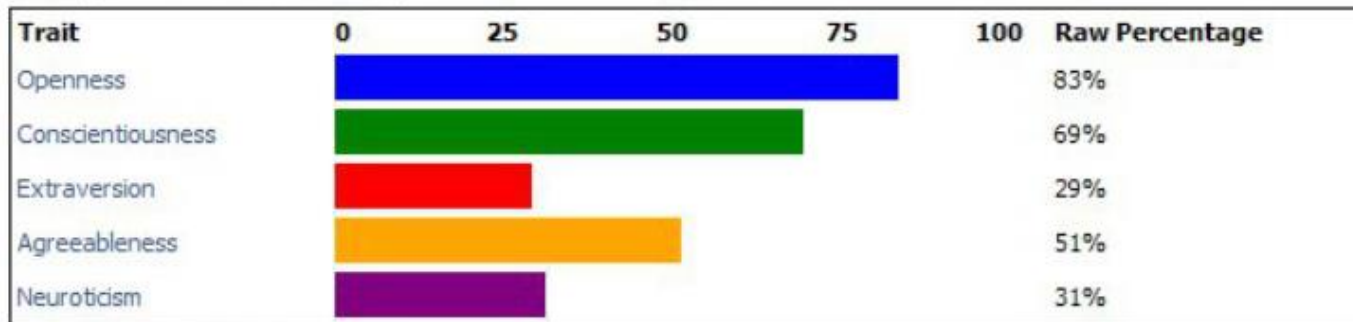
- _____ W większości aspektów moje życie jest bliskie mojemu ideału.
- _____ Warunki mojego życia są doskonałe.
- _____ Jestem zadowolony ze swojego życia.
- _____ Jak dotąd osiągam ważne cele, których pragnę w życiu.
- _____ Gdybym mógł jeszcze raz przeżyć swoje życie, prawie niczego bym nie zmienił.

- 7 – Zdecydowanie zgadzam się
- 6 – Zgadzam się
- 5 – Raczej zgadzam się
- 4 – Ani zgadzam się, ani nie zgadzam się
- 3 – Raczej nie zgadzam się
- 2 – Nie zgadzam się
- 1 – Zdecydowanie nie zgadzam się



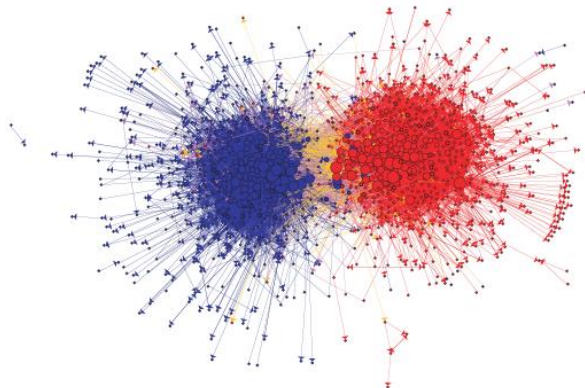
- 4.000.000 indywidualnych profili
- 40 % udostępniło swoje dane na FB

This will expand once your friends have described you. [Click here to invite them to.](#)



Last updated on: 08 June 2008 ([Update Now](#))

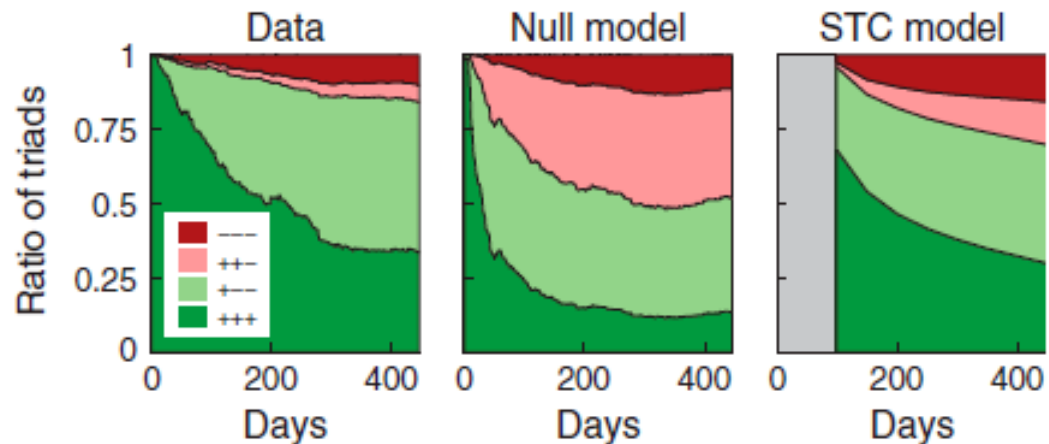
Dane do korelacji między ilością kontaktów i cechami osobowości



Sieć blogów USA 2004

*** konserwatywne**

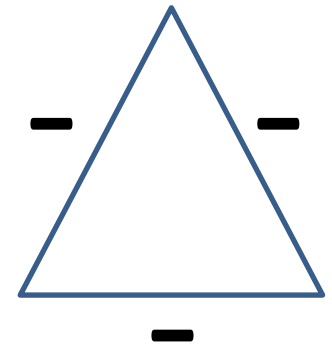
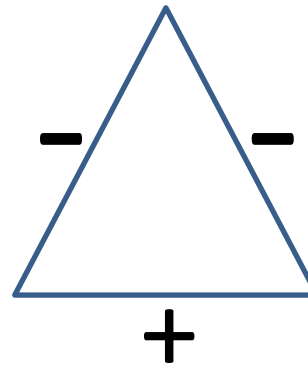
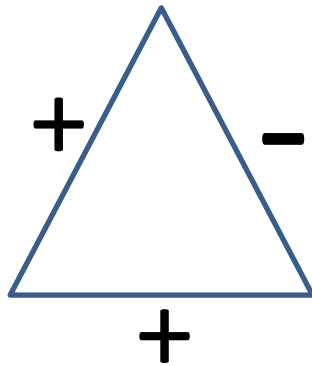
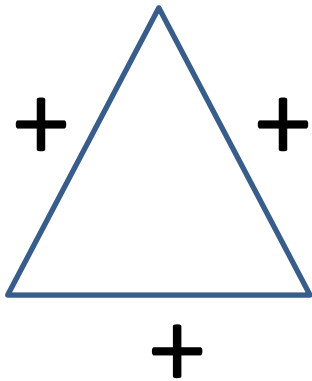
*** liberalne**



Redukcja dysonansu poznawczego w sieciach graczy online

[D. Quercia et al., *The personality of popular Facebook users*, Proc. of ACM CSCW 2012;
 L. A. Adamic, N. Glance, *The political blogosphere and the 2004 U.S. election: divided they blog*, LINKDD 2005;
 M. Schell et al., *Multirelational organization of large-scale social networks in an online world*, PNAS 2010]

Usuwanie dysonansu poznawczego

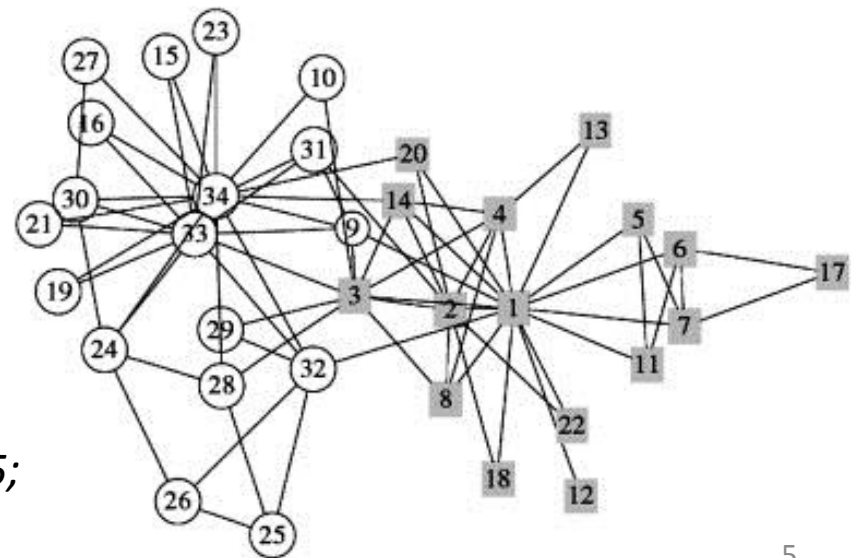


Friend of my friend is my friend
Friend of my enemy is my enemy
Enemy of my friend is my enemy
Enemy of my enemy is my friend

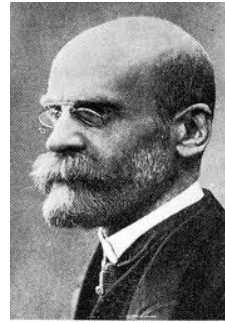
$$\frac{dw_{ij}}{dt} = (1 - w_{ij}^2) \sum_k w_{ik} w_{kj}$$

[P. Gawroński, K.K., AIP Conf. Proc. 779, NY, 2005;
S. A. Marvel et al., PNAS 108 (2011) 1771]

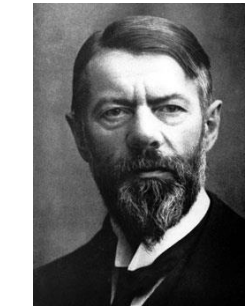
**dane Zachary, 1977:
pełna zgodność**



fizyka statystyczna



socjologia
empirystyczna



socjologia
rozumiejąca



oddziaływania -> przejścia fazowe
procesy nierównowagowe

symulacje
agentowe

?

[W. Weidlich, G. Haag, *Concepts and Models of Quantitative Sociology*, Springer Verlag 1983;
C. Castellano et al., *Statistical physics of social dynamics*, *Review of Modern Physics*, 2009;
Statistical Physics and Social Sciences, special issue of the *Journal of Statistical Physics*, 2013]

...można ustawić nauki hierarchicznie, według zasady: składniki które są elementarne w nauce X, spełniają prawa nauki Y.

X
fizyka ciała stałego
lub fizyka wielu ciał

chemia

biologia molekularna

biologia komórki

*

*

*

psychologia

nauki społeczne

Y
fizyka cząstek elementarnych

fizyka wielu ciał

chemia

biologia molekularna

*

*

*

fizjologia

psychologia

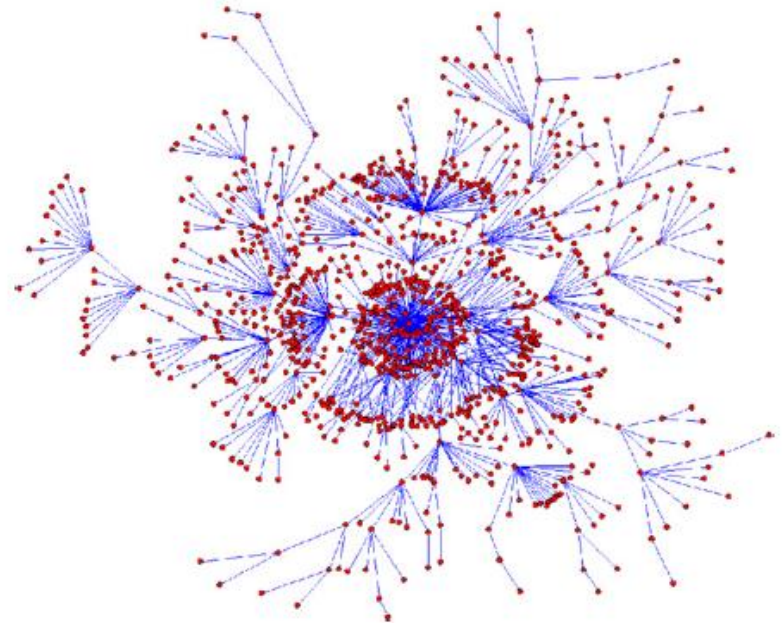
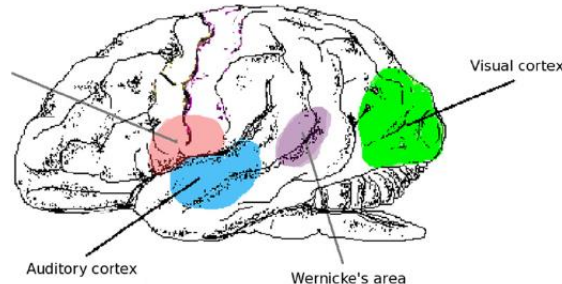
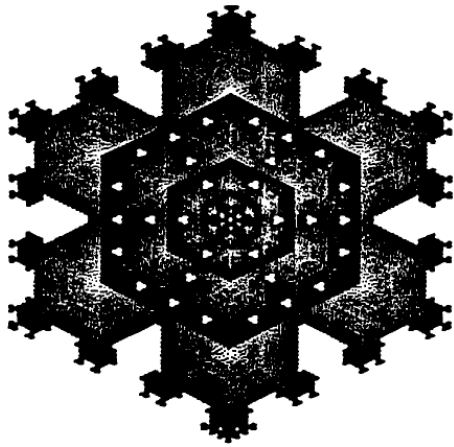


Ale ta hierarchia nie znaczy, że nauka X jest „nauką Y stosowaną”.

[P. W. Anderson, More is different, Science, 1972]

"Złożoność jest własnością modelu, która sprawia, że trudno określić zachowanie układu w danej reprezentacji matematycznej, nawet gdy dana jest niemal pełna informacja o składnikach układu i o ich wzajemnych relacjach"

[B. Edmonds, *Syntactic Measures of Complexity*, PhD Thesis 1999]



[S. Wolfram, *Complex system theory*, a talk in Santa Fe Institute, NM, 1984;
J. Kwapień, S. Drożdż, *Physical approach to complex systems*, Physics Reports, 2012]

Hume'a kryteria rozpoznawania przyczyny i skutku w eksperymencie

1. Przyczyna i skutek muszą być styczne w przestrzeni i czasie.
2. Przyczyna musi być wcześniejsza od skutku.
3. **Musi zachodzić stała łączność między przyczyną i skutkiem.** To jest ta główna własność, która stanowi o tym stosunku.
4. **Ta sama przyczyna zawsze wywołuje ten sam skutek i ten sam skutek może powstać tylko dzięki tej samej przyczynie.**
5. ... gdzie kilka lub wiele różnych przedmiotów wywołuje ten sam skutek, to musi się to dziać dzięki własności, która okazuje się wspólna dla nich wszystkich.
6. ...różnica w skutkach dwóch rzeczy podobnych musi wynikać z tej szczególnej okoliczności, co do której one się różnią.
7. Gdy jakaś rzecz zwiększa się lub zmniejsza wraz z tym, jak zwiększa się lub zmniejsza jej przyczyna, to należy to uważać za skutek złożony, wywodzący się z zespolenia wielu różnych skutków, które wynikają z wielu różnych składników przyczyny.
8. ... rzecz, która istnieje przez pewien czas w całej swej pełni, nie wywołując skutku, nie jest wyłączną przyczyną tego skutku, lecz wymaga, iżby z nią współdziałała jakaś inna zasada, która może poprzeć i wzmoczyć jej wpływ i działanie.



Nie można poznać, że coś jest przyczyną czegoś innego inaczej niż na podstawie doświadczenia.

Nie możemy podać racji tego, iżby rozciągać na przyszłość nasze doświadczenie przeszłe.

Złożoność przyczynowa - przykłady

$$X_1 \cup X_2 \cup X_3 \Rightarrow Y$$

$$X_1 \cap X_2 \cap X_3 \Rightarrow Y$$

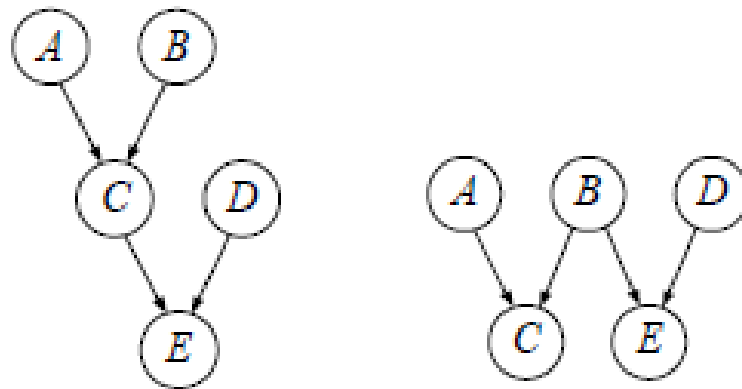
kontekst

$$X_1 \Rightarrow (X_2 \Rightarrow Y)$$

INUS*

$$(X_1 \cap X_2) \cup (X_3 \cap X_4) \Rightarrow Y$$

[B. F. Braumoeller, *Causal complexity and the study of politics*, *Political Analysis*, 2003]



[M. Baumgartner, *Inferring causal complexity*, *Sociological Methods Research*, 2009]

* insufficient but necessary part of a condition which is itself unnecessary but sufficient for the result

automat komórkowy - definicja

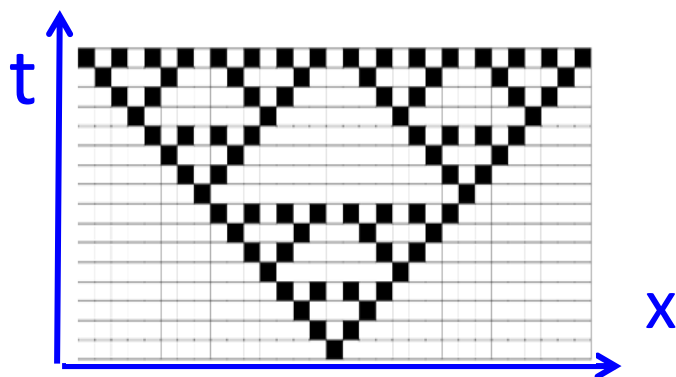
- sieć komórek
- zbiór stanów pojedynczej komórki
- reguła określająca stan komórki w czasie $t+1$,
gdy znany jest stan tej komórki i jej otoczenia w czasie t



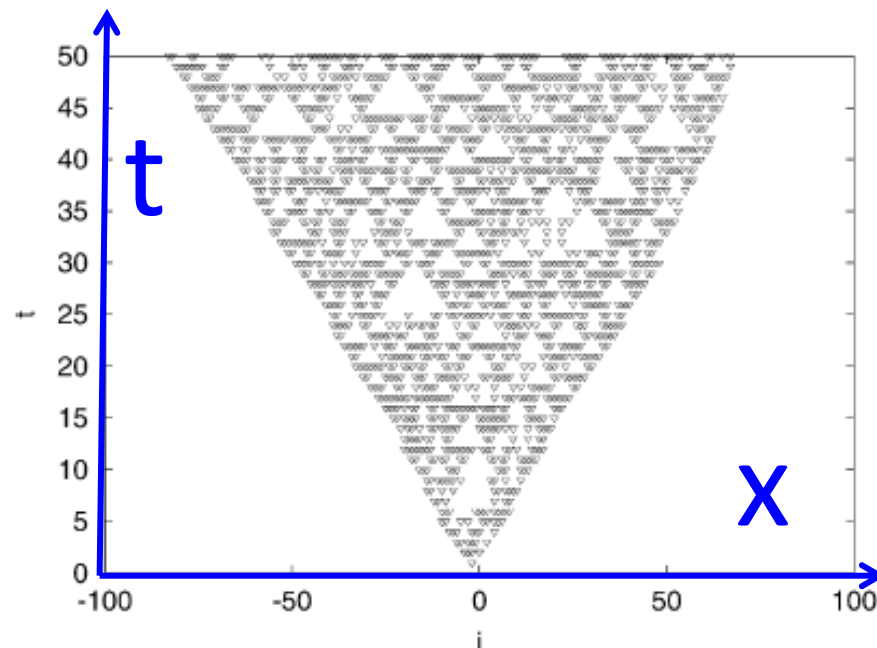
przykłady automatów elementarnych



0 1 0 1 1 0 1 0



XOR = reguła 90

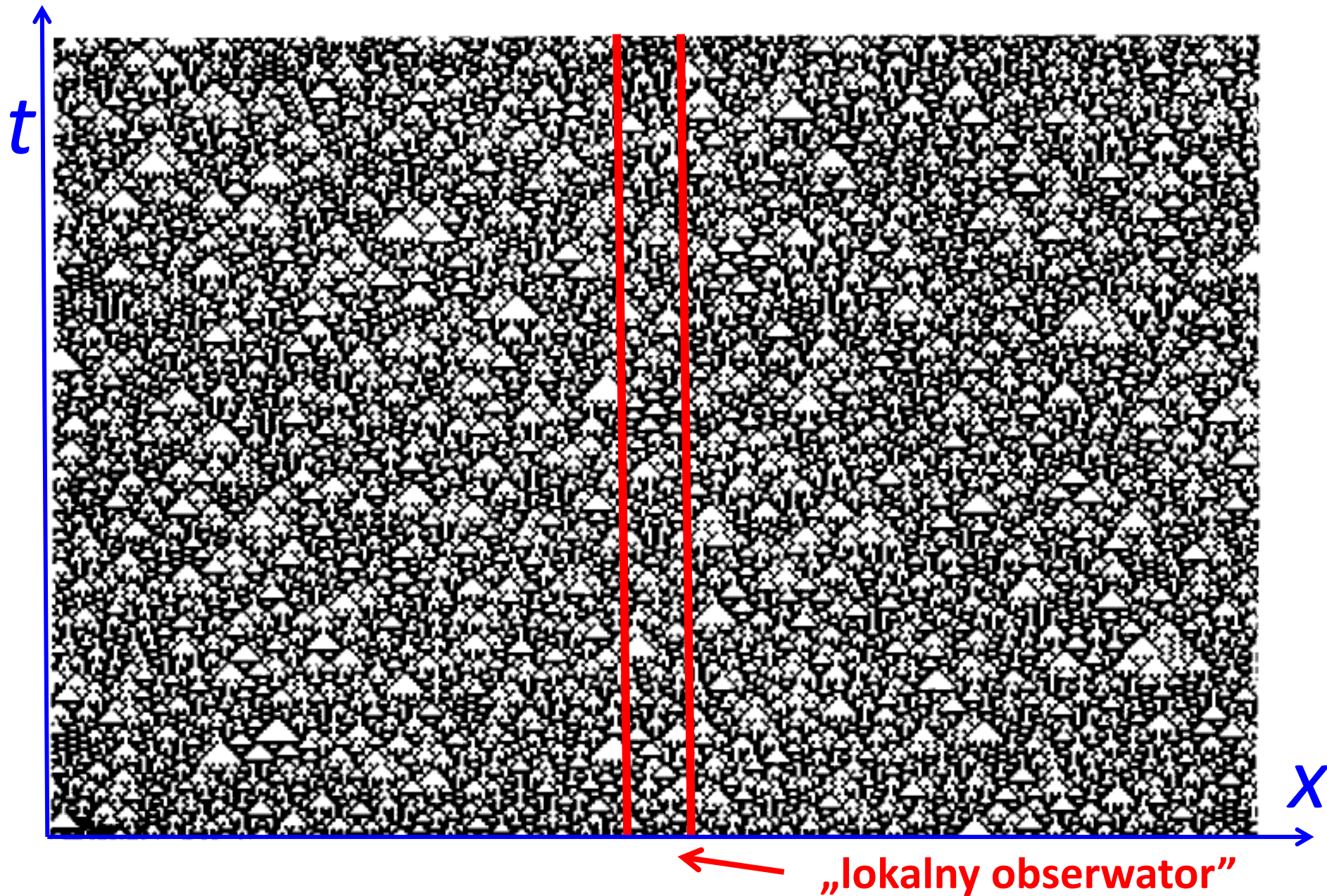


Chaotyczna reguła 10

– rozprzestrzenianie się uszkodzenia

[G. Bofetta et al., Predictability – a way to characterize complexity, Phys. Reports 2002]

Ten sam automat XOR, przypadkowy stan początkowy



W ogólnym przypadku:

- automaty są nieredukowalne obliczeniowo; jedynym sposobem przewidzenia stanu danej komórki w przyszłości jest przeprowadzenie symulacji,
- automaty mogą być chaotyczne; obszar, na który wpływa zmiana stanu pojedynczej komórki, rośnie bez ograniczeń.
- problem stwierdzenia, czy automat jest chaotyczny, jest nierozstrzygalny obliczeniowo.



*[S. Wolfram, Undecidability and intractability in theoretical physics, PRL, 1985;
K. Culik II, Sheng Yu, Undecidability of CA classification scheme, Complex Systems, 1988]*

Zwykle nie znamy :

- rozmiaru otoczenia,
- reguł automatu.

Znamy tylko wyniki lokalnych obserwacji.

Dowolna hipoteza „ $s(x,t)=0 \Rightarrow s(y,t+1)=1$ ”

- nigdy nie będzie dowiedziona przez obserwacje,
- zawsze może upaść w obliczu kolejnej obserwacji.



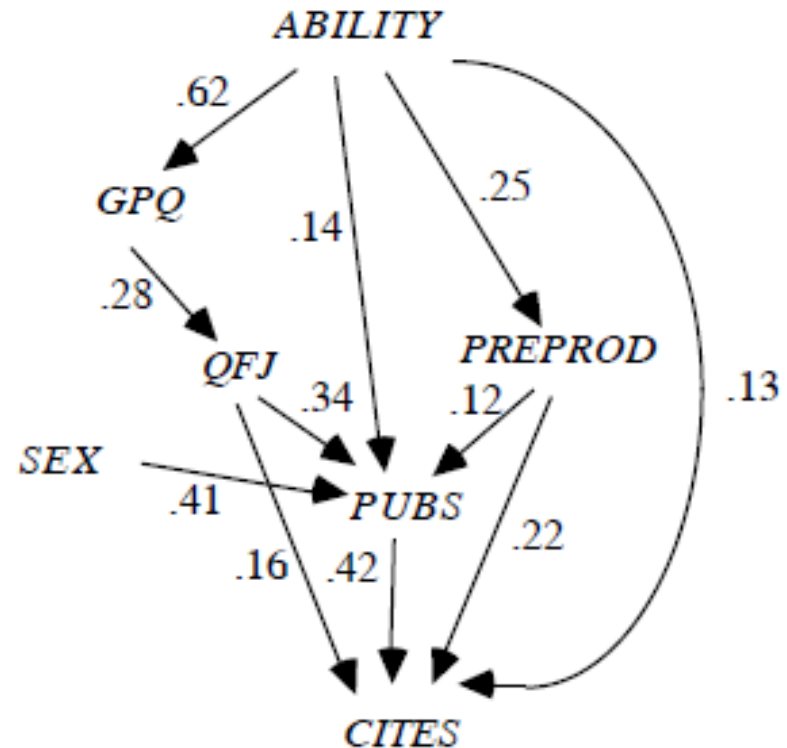
Aby operować pojęciami przyczyny i skutku, trzeba mieć:

- izolowany układ,
- powtarzalny pomiar.

Socjologia rozumiejąca na ogół ignoruje wyniki eksperymentów prowadzonych w ten sposób.

Złożoność przyczynowa – równania strukturalne -przykład

Dlaczego niektórzy akademicy psychologowie publikują więcej, niż inni?



GPQ – jakość programu studiów
QFJ – jakość pierwszej pracy
PREPROD – publikacje w czasie studiów
PUBS – publikacje po studiach
CITES – ilość cytowań

[P. Spirtes, C. Glymour, R. Scheines, *Causation, Prediction, and Search*, MIT, 2000]



Indie, 1930



Tybet, 2008

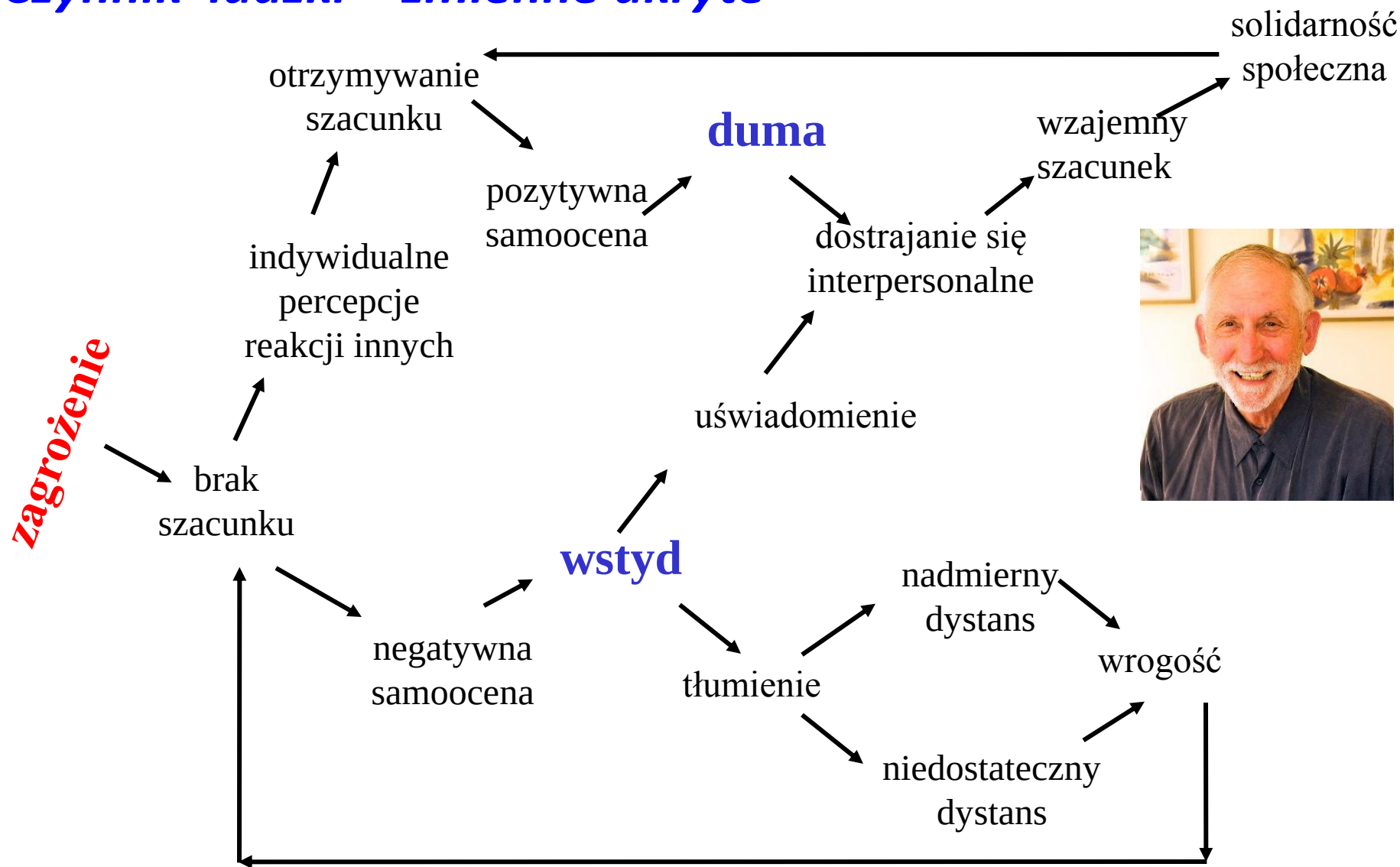


Sydney, 2010



Baltimore, 2013

Czynnik ludzki – zmienne ukryte



Scheffa model dostrajania się i solidarności społecznej

[J.H.Turner, J.E.Stets, Socjologia emocji, 2005/2009]

Podsumowanie (ale to jeszcze nie koniec ...)

DLACZEGO NIE MA PRAW SOCJOLOGII?

Internet dostarcza wielkich ilości danych, dotyczących „faktów społecznych”.

W socjologii pomiar jest niepowtarzalny, a układ otwarty.

Określenie przyczyn danego zdarzenia jest zadaniem obliczeniowo złożonym.

W socjologii rozumiejącej pomiar jest możliwy tylko pośrednio.

W socjologii rozumiejącej określenie przyczyn danego zdarzenia jest właściwie niemożliwe.

Wnioski dla modelowania: mnożenie parametrów ukrytych nie ma sensu!

Table 1. Optimal parameter settings found

Global parameters (not tuned)		Initial variable settings (not tuned)		Global parameters (tuned)		Initial variables (tuned)	
#agents	35	$\epsilon_{\text{intention}}$	0.5	τ_{distance}	190	$q_{\text{belief(nomove)}}$	0.005
max_x	600	$\delta_{\text{intention}}$	0.5	sight_reach	200		
max_y	800	$\eta_{\text{intention}}$	0.5	max_speed (per agent)	see Fig.3		
Δt	0.5	$\beta_{\text{intention}}$	0.5				
$\mu_{\delta\text{belief}}$	0.5	ϵ_{belief}	0.5				
$\mu_{\eta\text{belief}}$	0.5	δ_{belief}	0.5				
$\mu_{\beta\text{belief}}$	0.5	η_{belief}	0.5				
ζ_{belief}	0.5	β_{belief}	0.5				
σ	100	$\epsilon_{\text{emotion}}$	0.5				
ω_{OIA1}	0.3	δ_{emotion}	0.5				
ω_{OEA2}	0.3	η_{emotion}	0.5				
ω_{OBA2}	0.3	β_{emotion}	0.5				
ω_{OEA1}	0.5						
ω_{OBA1}	0.5						
all $q_{\text{belief}(X)}$	0						
impact of event on $q_{\text{belief}(X)}$	1						
min_speed	0.01						

fear of agent A
emotion for option O of agent A
intention indication for option O of agent A
belief in X of agent A

$q_{\text{fear}A}(t)$
 $q_{\text{emotion}(O)A}(t)$
 $q_{\text{intention}(O)A}(t)$
 $q_{\text{belief}(X)A}(t)$

$\mu_{\delta\text{belief}A}, \mu_{\eta\text{belief}A}, \mu_{\beta\text{belief}A}$
 σ_A, τ_A
 ζ_A
 V_A
 $\omega_{X,\text{fear},A}$
 ω_{OEA1}
 ω_{OBA1}
 ω_{OIA1}
 ω_{OEA2}
 ω_{OBA2}

adaptation speed for δ, η, β for beliefs
steepness and threshold values for adaptation
optimistic/pessimistic bias upon fear
weight of fear against beliefs
weight of information X for fear
weight of the group impact on the emotion of A for O
weight for the own belief impact on the emotion of A for O
weight for the group impact on the intention of A for O
weight for own emotion impact on the intention of A for O
weight for the own belief impact on the intention of A for O

Wnioski dla teorii racjonalnego wyboru

Jeżeli nie można zbudować relacji *przyczyna => skutek*,
to nie można wnioskować z doświadczenia o przyszłości.

Dwie drogi podejmowania decyzji:

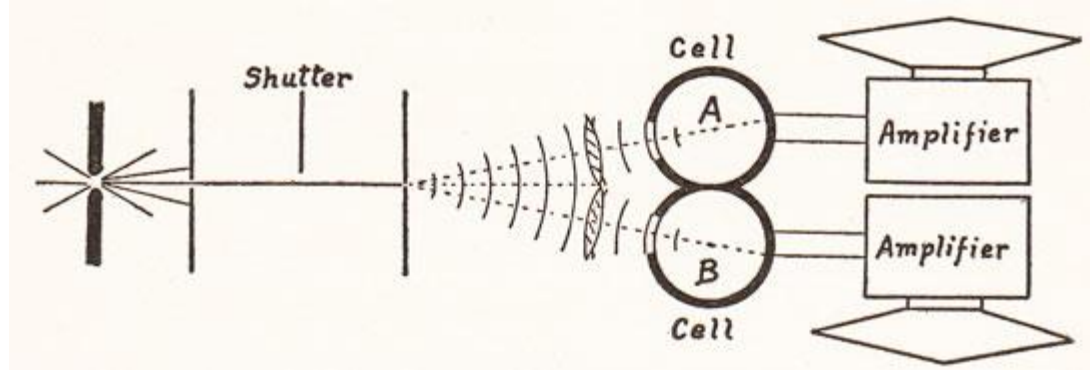
-*racjonalne rozumowanie* (*rational deliberation*), które jednak dopuszcza błędy a różni się od heurezy świadomością prowadzenia procesu myślowego.

-*heureza* (*heuristic route*) natomiast polega na klasyfikacji sytuacji przez porównanie wskazówek – okoliczności i kontekstu - z doświadczeniem przeszłości, w której podobna sytuacja była już napotkana. Proces heurezy przebiega bez analizowania argumentów a nawet bez udziału świadomości, i może trwać ułamki sekund. Po sklasyfikowaniu sytuacji aktywowany jest *skrypt*, czyli podstawowa teoria sytuacji, zawierająca nasze przekonania, role, preferencje i normy które wobec danej sytuacji powinny być przestrzegane. Przestrzeganie danych norm następuje więc jako reakcja automatyczna.

[C. Bicchieri, *The Grammar of Society*, Cambridge UP 2006]

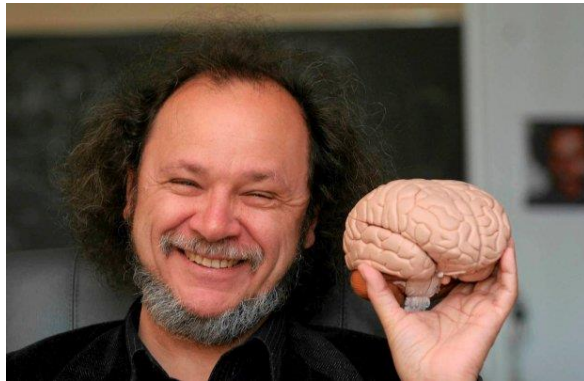
przykłady skryptów





[A. H. Compton, *Science*, 74, 1911, August 14, 1931]

Of course **this does not necessarily mean that the living organism is free to determine its own actions.** The uncertainty involved may merely correspond to the organism's lack of skill. **Yet it does mean that living organisms are not subject to physical determinism...**



Zanim uświadomimy sobie, co chcemy zrobić, w przedczołowych płatach mózgu muszą powstać plany. Analizując aktywność tych obszarów, można w prostych przypadkach przewidzieć, jaką decyzję podejmie człowiek, na parę sekund wcześniej, zanim on sam uświadomi sobie, co chce zrobić. Mózg podejmuje wiele decyzji, tworzy reprezentację „ja” pozwalającą lepiej wyodrębnić organizm od środowiska i przypisuje wszelkie działania „ja” jako czynnikowi sprawczemu. **Wynikiem jest iluzja wolnej woli.**

[Włodzisław Duch, cytowany w A. Wojnar, *O mózgu interdyscyplinarnie*, „Alma Mater”, nr 134–135, kwiecień-maj 2011, s. 23]

Gdyby kamień, rzucony w górę, mógł myśleć, myślałby pewnie, że leci z własnej woli.
[Seneka Młodszy]

Człowiek może robić, co chce, ale nie może chcieć, co chce. *[Artur Schopenhauer]*

Pierwszym aktem mojej wolnej woli będzie uwierzyć w wolną wolę. *[William James]*

Doprawdy nie rozumiem, co ludzie mają na myśli, gdy mówią, iż człowiek posiada wolną wolę. Mam, na przykład, świadomość, że chcę tego czy owego, lecz nie pojmuję zupełnie, co to ma wspólnego z wolnością. Czuję, że mam ochotę zapalić fajkę i ją zapalam – gdzież tu jest miejsce na wolność? Co kryje się za aktem woli, by zapalić fajkę? Inny akt woli? *[Albert Einstein]*

Pewien młodzieniec rzekł: O Boże!
Właśnie dotarło do mnie to, że
Jestem bezwolną maszyną,
Co za zewnętrzną przyczyną
Toczy się po z góry ustalonym torze.
[Maurice Evan Hare]

Fizyka w ekonomii i naukach społecznych – czwartek 12.09 – zapraszamy!



FaENS