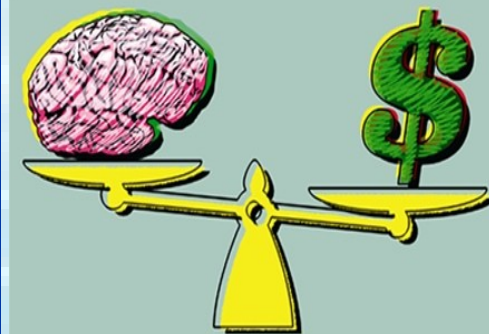




**А.Е.Ків,
В.М.Соловйов**



**Нейроекономіка -
наноекономіка
майбутнього**



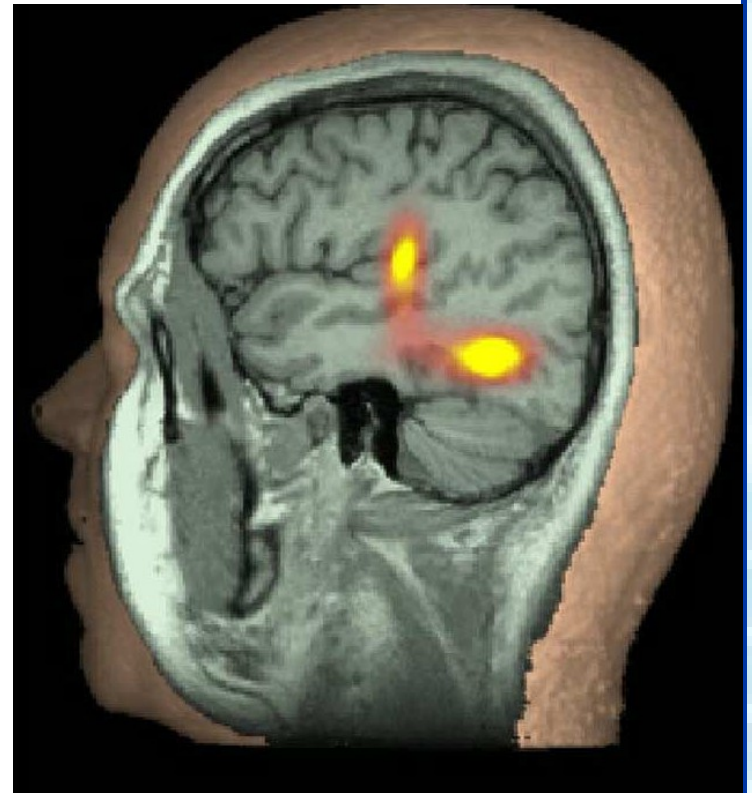
*Одеса, 8-10 вересня 2010 р.
(МЗЕ2 - 2010)*

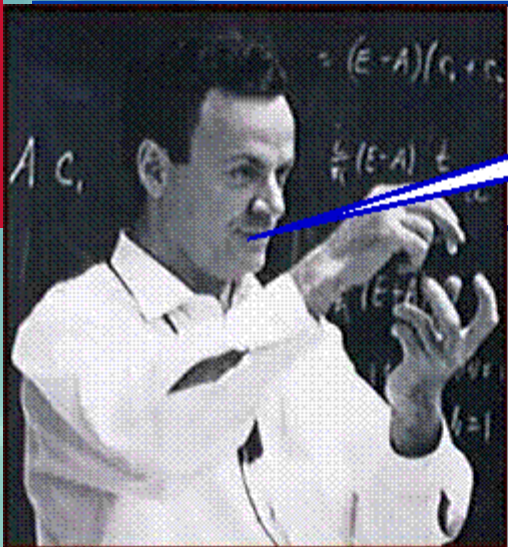
*© 2010 Ків А.Ю., Соловйов В.М.
Нейроекономіка - наноекономіка майбутнього*



План

- 1. Нанонаука
- 2. Наноекономіка
- 3. Нейроекономіка

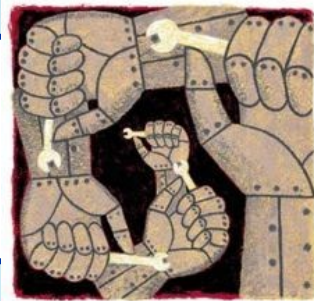




Р. Фейнман (1959)

Там, внизу, полно места !!!

Нанонаука



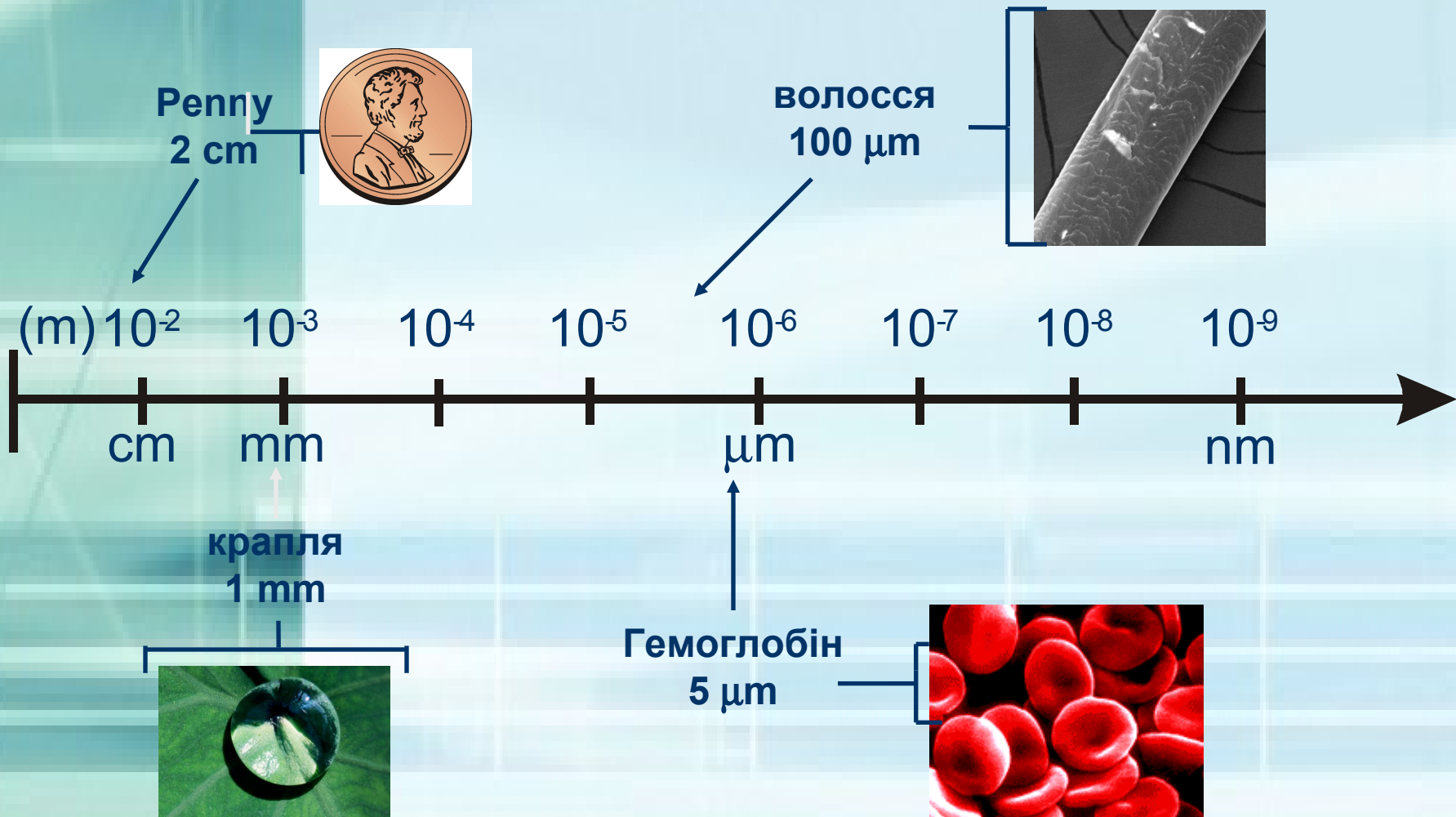
Батьком нанофізики і нанотехнологій вважається американський фізик-теоретик, лауреат Нобелівської премії Р. Фейнман, який ще в 1959 році в своїй знаменитій лекції

з пророчою назвою "Внизу повним-повнісінько місця: запрошення в новий світ фізики" говорив:..

"При переході до вивчення найменших об'єктів ми стикаємося з багатьма різноманітними явищами, що створюють нові можливості. Поведінка окремих атомів підкоряється законам квантової механіки і не має аналогів у макроскопічному масштабі, тому "внизу" ми постійно спостерігатимемо нові закономірності і ефекти, що передбачають нові варіанти використання"



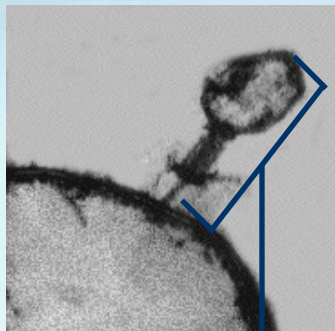
Характерні масштаби наносвіту



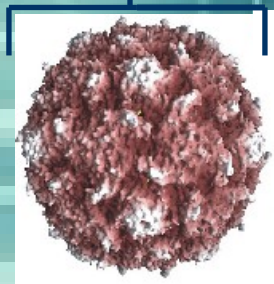
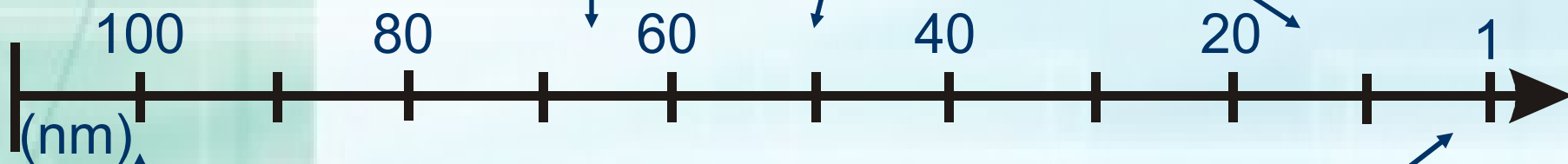
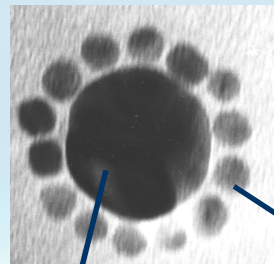


Характерні масштаби наносвіту

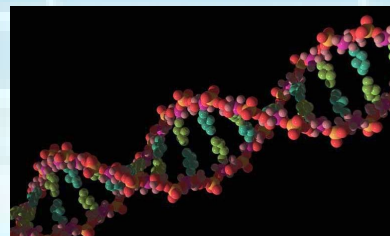
Бактеріофаг
60-70 nm



Частинки золота
13 nm & 50 nm



Вірус грипу
100 nm



ДНК
D = 2 nm



Наноекономіка (Вопросы экономики, 2004, № 12)

Наноекономіка - це теорія економічної поведінки індивідуальних економічних агентів у ринкових і неринкових умовах.

Термін запропонований в 1987 році К. Ерроу (Kenneth J. Arrow). На пострадянських теренах до даної проблеми першим звернувся Г. Клейнер, який розглядав наноекономіку як відповідний розділ економічної теорії, «економіки фізичних осіб»: теорія наноекономіки описує поведінку частково ірраціонального в загальному випадку агента, що має елементи творчості і схильного не лише до «алгебри» розрахунків якнайкращого результату, але і до позалогічного пошуку економічної істини



**Клейнер Георгій
Борисович,**
Заст.дир.ЦЕМІ
РАН, д.е.н., проф.
чл.-кор. РАН

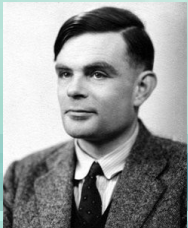


Міждисциплінарність

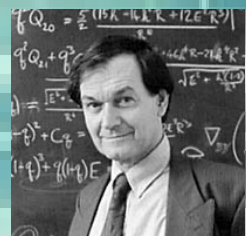
NanoBioInfoCognito - США



Дж. фон Нейман - автомати, що самовідтворюються



А. Тьюринг. Обчислювальна складність



Р. Пенроуз. Тіні розуму



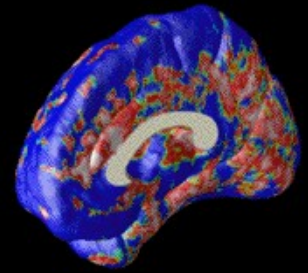
Важливість когнітивної компоненти



- ▶ Поведінкова економіка:
- ▶ Г.-А.Саймон (Ноб.пр.1978), модель обмеженої раціональності
- ▶ Теорія перспектив:
Д.Канеман (Ноб.пр.2002), А.Тверські
Теорія прийняття рішень за умов невизначеності
- ▶ Когнітивна економіка - економіка знань
- ▶ сучасна нейронаука вичерпала можливості парадигми мозку як молекулярно-хімічної машини для пояснення механізмів роботи свідомості



Нові наукові технології



- Нові наукові технології не тільки удосконалюють інструменти пізнання. В деяких випадках вони дають поштовх виникненню принципово нових областей дослідження. Астрономія, мікробіологія і квантова механіка - прямі продукти винаходів телескопа і мікроскопів - оптичного і електронного. Сучасна нейронаука немислима без появи нових технічних засобів візуалізації **ГОЛОВНОГО МОЗКУ**



Когнітивна нейронаука



- ✦ Успіхи когнітивної нейронауки відкрили нове бачення механізмів економічної поведінки і стимулювали пошук нових відповідей на багато питань, які не знаходять їх у рамках традиційної економіки.
- ✦ Картини активації спеціалізованих зон мозку в конкретних ситуаціях ухвалення рішень дозволяють пояснити відхилення їх вибору від раціональної моделі



Нейроекономіка



Одеса, 8-10 вересня 2010 р.
(МЗЕ2 - 2010)

© 2010 Ків А.Ю., Соловйов В.М.
Нейроекономіка - наноекономіка майбутнього



Нейроекономіка

➤ **Нейроекономіка (англ. Neuroeconomics) — міждисциплінарний напрям в науці на перетині предметів економічної теорії, нейробиології і психології. Основне завдання напрямку: пояснення вибору при ухваленні рішень. Методологія нейроекономіки включає лабораторні спостереження за економічною поведінкою випробовуваних (людей і мавп) з одночасним дослідженням діяльності їх ГОЛОВНОГО МОЗКУ**



Glimcher P.W., Camerer C.F., Fehr E., Poldrack R.A.
Neuroeconomics. Decision making and the brain //
Academic Press, 2009.- 512 p.

- Біологія і психологія людини, так само як і соціальні процеси обумовлюють поведінку головної функціональної одиниці економіки - споживача. Стрімкий розвиток методів вивчення мозку став свого роду сенсацією останніх десятиліть. Під впливом цієї технологічної революції виникла нова потужна дисципліна - когнітивна нейронаука (cognitive neuroscience), яка успішно намагається пояснити процеси сприйняття, пам'яті і свідомості активністю певних нейронних ансамблів головного мозку.
- Нове століття ознаменувалося виникненням ще одного найважливішого міждисциплінарного напрямку - нейроекономіки, як синтезу когнітивної нейронауки і економічних наук



- ✦ Економічні науки по суті своїй вивчають процес вибору певної поведінки з можливих альтернатив, будь то вибір споживача, стратегія компанії або розвиток економіки держав. Тому не дивно, що центральною проблемою нейроекономіки стало вивчення процесу ухвалення рішення. Ця нова дисципліна передбачає, що саме на стику наукових напрямів можливе реалістичне моделювання економічної поведінки людини
- ✦ Можливо, насамперед нейробіологічний підхід допоможе пояснити поведінку інвесторів в період економічних криз, нераціональну поведінку людей у сфері пенсійного і соціального страхування тощо



Локалізація функцій мозку

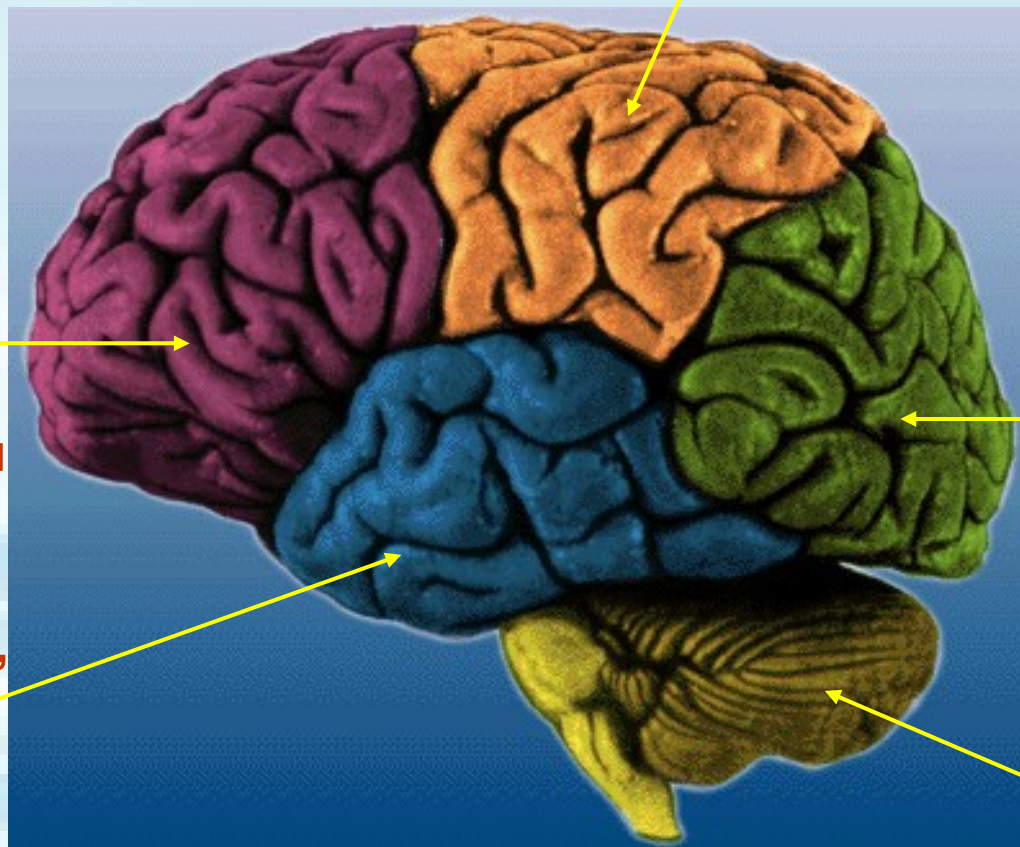
Виконавчі
функції,
увага,
планування

Сприйняття,
пам'ять

Сенсомоторні функції

Зір

Рух і
навчання

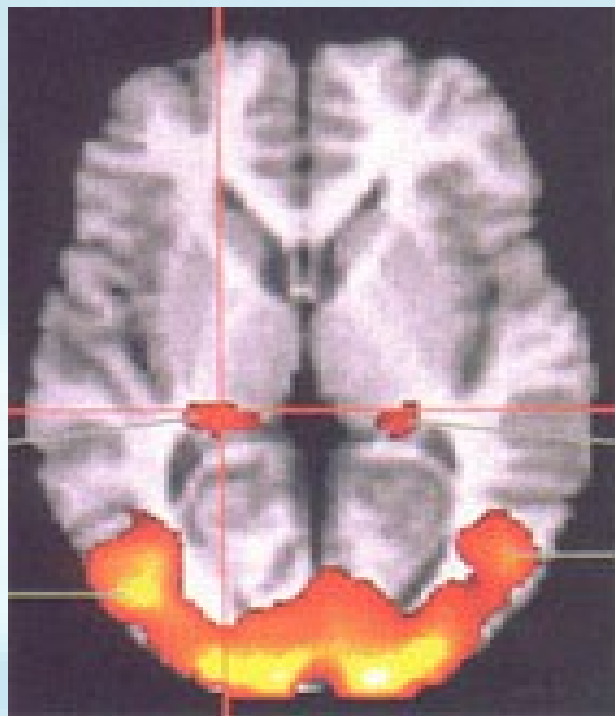




Сучасні методи реєстрації активності мозку

- ✦ Реєстрація ходу обробки інформації:
 - ✦ електроенцефалографія і визвані потенціали
 - ✦ магнітоенцефалографія
 - ✦ реєстрація реакцій окремих нейронів
- ✦ Функціональне картування:
 - ✦ позитронно-емісійна томографія (ПЕТ)
 - ✦ функціональне магнітно-резонансне картування (fMRI)
- ✦ Вплив на мозок: транскраніальна магнітна стимуляція (ТМС)

Методи нейрокартування: реєстрація локального мозкового кровотоку



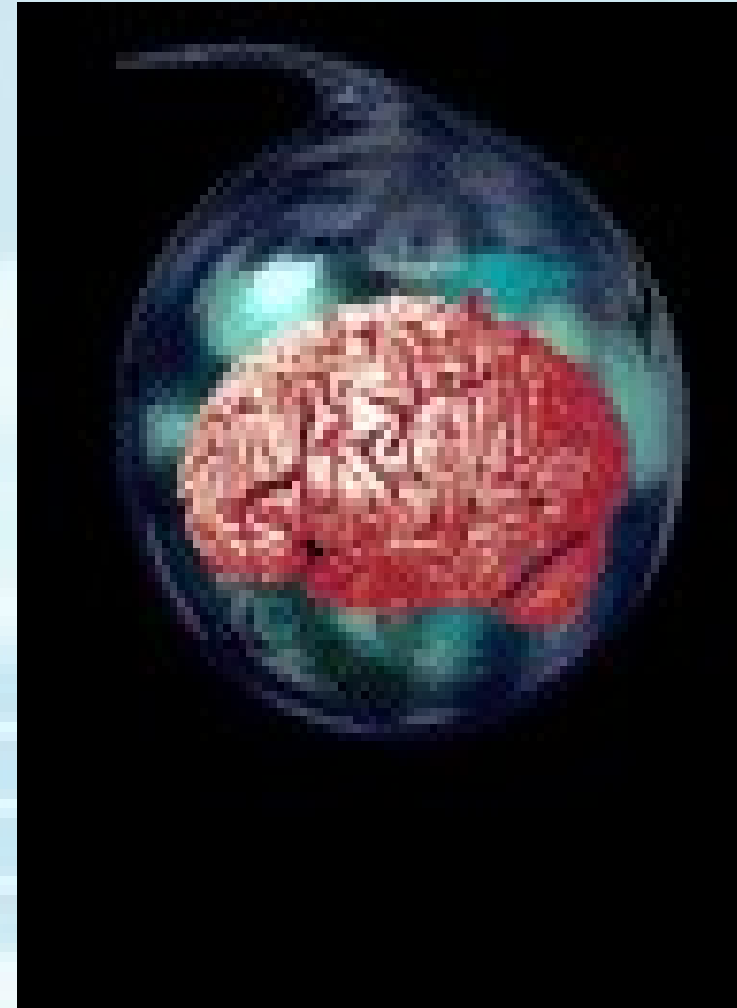
1970-і -- позитронно-емісійна томографія (PET)

1990-і -- функціональне магнітно-резонансне картування (fMRI)



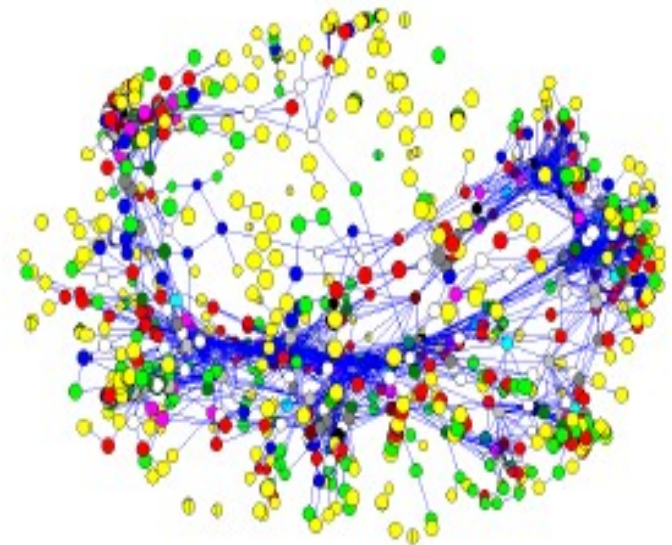
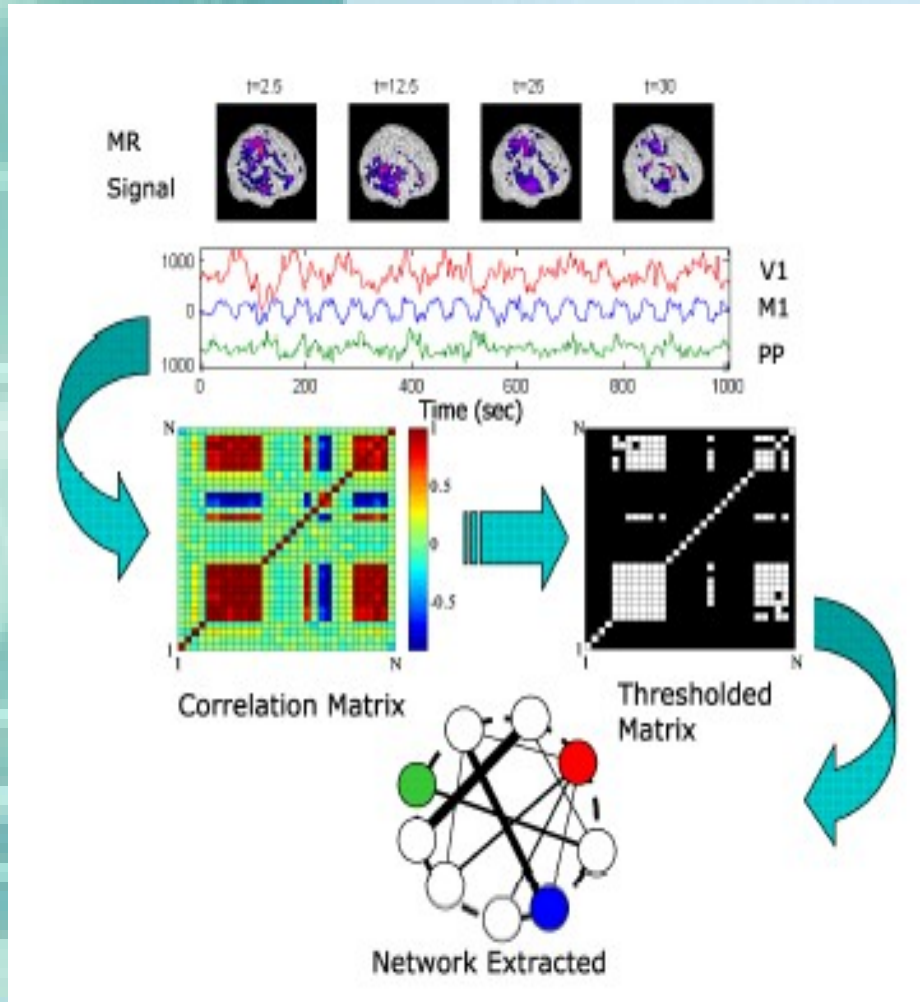
Можливості нових методів

- ▶ В основі функціональної магніторезонансної томографії лежить відслідковування потоків насиченої киснем крові, які надходять до зон активації.
- ▶ Цей метод дає добрі просторові, але слабкі часові властивості (на відміну від електроенцефалограми, де все навпаки)





Мозок - функціональна масштабно-інваріантна мережа

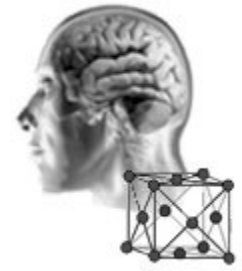


Одеса, 8-10 вересня 2010 р.
(МЗЕ2 - 2010)

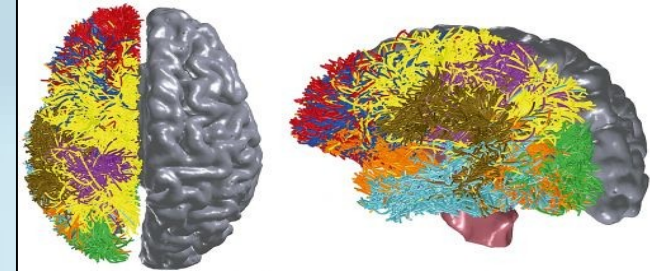
© 2010 Ків А.Ю., Соловйов В.М.
Нейроекономіка - наноекономіка майбутнього



дифузна спектральна томографія (DSI)

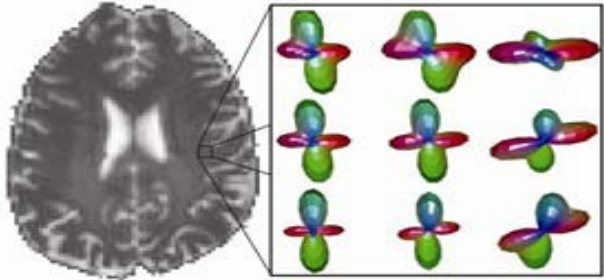


- Hagmann P. et.al. Mapping the Structural Core of Human Cerebral Cortex // PLoS Biology, 2008, v.6.-P.1479-1493
- найбільш докладне на сьогоднішній день відображення нейронних зв'язків у корі головного мозку
- Цей метод, заснований на картуванні імовірнісної функції щільності дифузії молекул води в тканинах, дозволяє фіксувати просторові співвідношення між аксонами.
- метод функціональною магнітно-резонансної томографії дозволяє лише спостерігати активізацію тих або інших ділянок мозку у відповідь на різні стимули, проте структура нервових волокон не відома



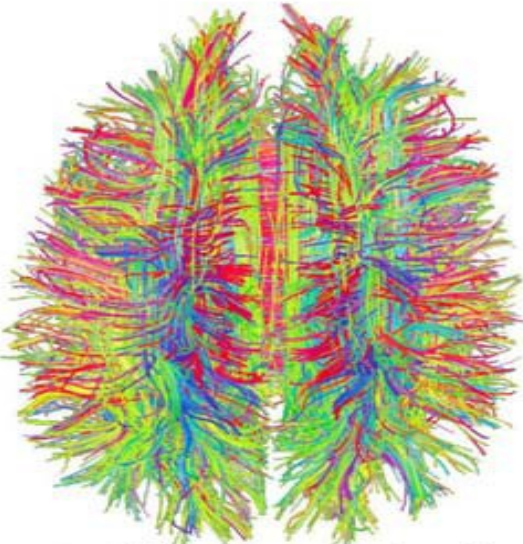
- ✦ За допомогою нової техніки дослідження вдалося прослідити шлях мільйонів відростків нервових клітин, виявити зону найбільш високої щільності перетинів цих відростків - центральний «вузол зв'язку» мозку. Як виявилось, він знаходиться в задній медіальній частині кори обох півкуль.
- ✦ Відомо, що в стані спокою ця ділянка поглинає найбільшу кількість енергії, але до останнього часу було не зрозуміло, чому це відбувається
- ✦ Цікаво прослідкувати, яким чином структурні взаємозв'язки змінюються у міру старіння мозку, або в результаті травм і нейродегенеративних захворювань

1. Diffusion Spectrum MRI



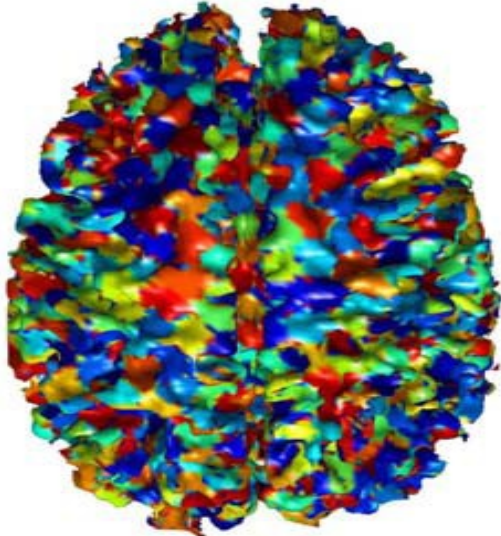
Diffusion map:
Field of view: 256x256mm² with an in plane resolution of 2x2 mm² and 30 slices of 3mm thickness. Diffusion probability density function sampled with a 3D isotropic field of view of 100 μm and resolution of 10 μm.

2. White matter tractography



~3x10⁶ fibers traversing the white matter and connecting different regions of white matter and gray matter (WGM) interface

3. Partition of the WGM boundary into ROIs.



500-4000 Regions of Interest (ROIs) covering the WGM interface. Each ROI has similar surface

4. Network construction

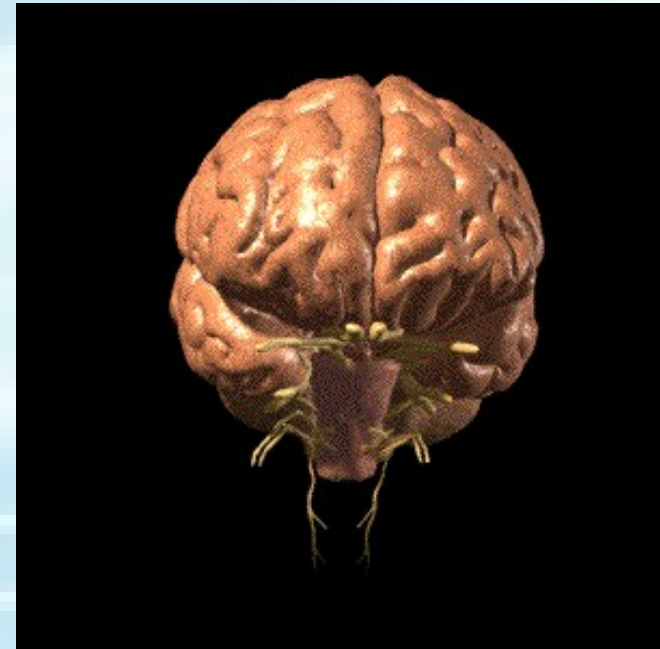


Weighted network of brain connectivity:
500-4'000 nodes, 26'000-100'000 edges



Механізми вищих когнітивних функцій мозку

- Мозок демонструє локальну спеціалізацію
- Складні завдання вимагають кооперації між багатьма частинами мозку
- Синхронізація - ключовий механізм функціональної інтеграції
- Синхронізація - результат формування функціональних мереж з часовою і просторовою структурою





На шляху до створення КОГНІТИВНОГО КОМП'ЮТЕРА



- В кінці 2009 р. на конференції в Портленді (Supercomputing Conference '09) IBM заявила про істотний прогрес в створенні обчислювальної системи, яка симулює і емулює здатність мозку відчувати, сприймати, діяти, взаємодіяти і пізнавати і при цьому порівняної з мозком за низьким енергоспоживанням та розміром
- Anantharayan R., Esser S.K., et.al. The cat is out of the bag: cortical simulations with 10^9 neurons, 10^{13} synapses // SC09 November 14-20, 2009, Portland, Oregon, USA
- BlueMatter - новий алгоритм, створений IBM Research у співпраці з Стенфордським університетом, використовує суперкомп'ютерну архітектуру BlueGene для неінвазивної фіксації і відображення зв'язків між всіма локусами кори і підкірки мозку людини за допомогою дифузної спектральної томографії



- ✦ Кора ділиться на безліч областей, кожна з яких демонструє певну функціональну спеціалізацію і набір зв'язків з іншими областями. Вона має шарувату структуру і налічує шість шарів. Вважають, що четвертий шар є для вхідних сигналів основним, передаючи інформацію другому і третьому, а ті, у свою чергу, передають активність п'ятому і шостому, звідки сигнали прямують назовні. У корі нейрони організовуються у функціональні блоки, що повторюються, звані гіперколої і розташовані перпендикулярно поверхні кори. Їх діаметр - близько 200-800 мкм, і вони пронизують всі кортикальні рівні
- ✦ Вчені з IBM Research в співпраці з колегами з Лоуренсовської національної лабораторії виконали першу практично в режимі реального часу симуляцію діяльності головного мозку людини, яка переважає за розміром кору мозку кішки і містить 1 млрд імпульсних нейронів і 10 трлн індивідуальних синапсів, що навчаються.
- ✦ Для цього команда побудувала симулятор кори на суперкомп'ютері Blue Gene/P, що містить 147 456 процесорів і 144 ТБ оперативної пам'яті



Суперкомп'ютер Blue Gene/P



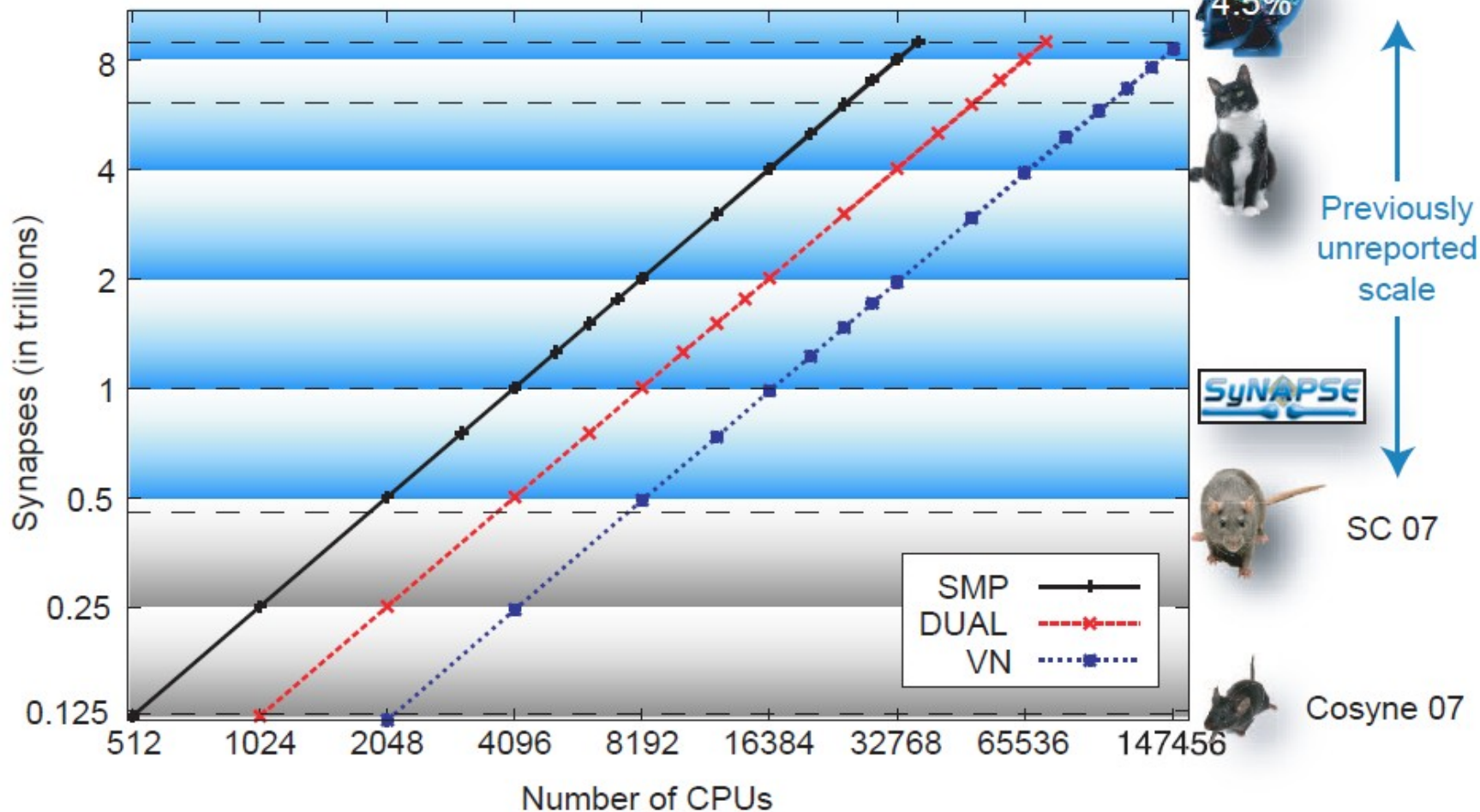
- ✦ Великомасштабна симуляція діяльності кори головного мозку – новий міждисциплінарний напрям, об'єднуючий обчислювальну неврологію, методологію симуляції і суперкомп'ютери. В області створення когнітивного комп'ютера, що працює аналогічно мозку, симуляція кори є надважливою технологією для перевірки гіпотез про його структуру, динаміку і функції
- ✦ Досягнуто значних успіхів у великомасштабній симуляції кори головного мозку і створенні нового алгоритму, який синтезує нейрологічні дані – два наріжні камені, що вказують на можливість розробки когнітивного чіпа



- Додатково (у співпраці з дослідниками з університету Стенфордського), учені IBM створили алгоритм, названий BlueMatter, який використовує суперкомп'ютерну архітектуру Blue Gene для неінвазивного виміру і відображення зв'язків між всіма кортикальними і підкірковими локусами в людському мозку за допомогою дифузної спектральної томографії. Відображення діаграми зв'язків мозку є у край важливим для розплутування його складної комунікаційної мережі і розуміння того, як він представляє і обробляє інформацію.
- Дані розробки нададуть унікальну можливість для вивчення обчислювальної динаміки мозку і наблизять команду до поставленої мети – побудови компактного синаптронного чіпа, використовуючи нанотехнології і досягнення в області пам'яті із зміною фази і магнітного тунельного переходу. Виконана робота може зруйнувати парадигму фоннеймановських обчислень
- Алгоритм спільно з кортикальним симулятором дозволив вченим проводити експерименти з різними математичними гіпотезами щодо структури і функції мозку



Brain meets BlueGene





vnsoloviev@rambler.ru

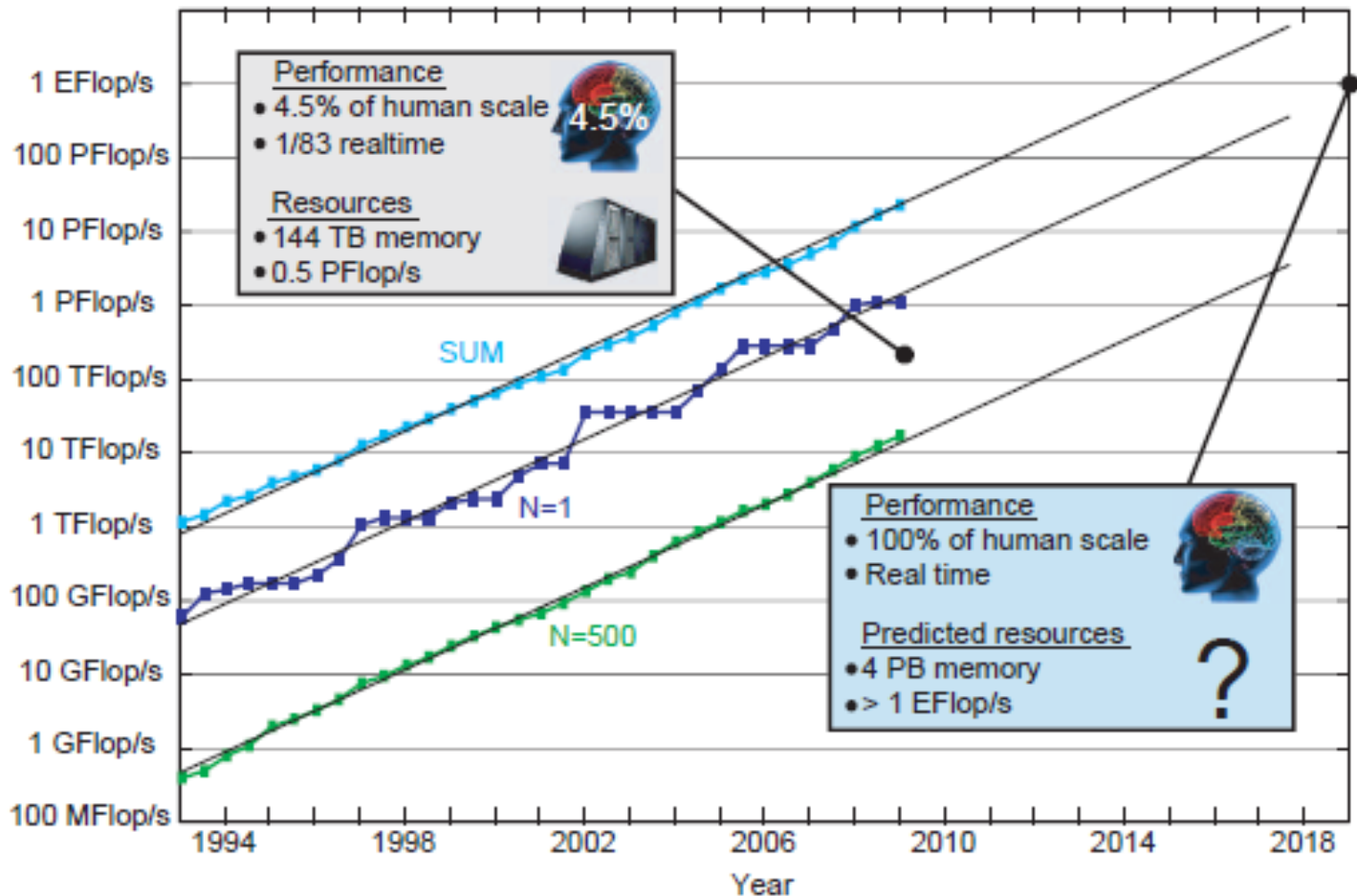
Запитання?
Дякую за
Вашу увагу

Одеса, 8-10 вересня 2010 р.
(МЗЕ2 - 2010)

© 2010 Ків А.Ю., Соловйов В.М.
Нейроекономіка - наноекономіка майбутнього



- Даніель Канеман (Daniel Kahneman), психолог, з Принстонського Університету, який в 2002 році отримав нобелівську премію по економіці за вклад в біхевіористську економіку, є прихильником нової області. 'В багатьох областях економіки нейроекономіка домінуватиме, тому що вона працює'



Одеса, 8-10 вересня 2010 р.
(МЗЕ2 - 2010)

© 2010 Ків А.Ю., Соловйов В.М.
Нейроекономіка - наноекономіка майбутнього