

bismH/-

Wan Ahmad Tajuddin Wan Abdullah:

Jabatan Fizik, Universiti Malaya

Nama, Subset, Logik, Kesegerakan dan Neurologi - Sains Seperti yang Kita Difahamkan

[Seminar Pemikiran Fizik Semasa ASASI, Bangi 18 April 2009]

Dan [Allah SWT] mengajarkan Adam akan nama-nama kesemuanya, kemudian dihidangkan ke atas malaikat lalu [Allah SWT] berfirman [kepada malaikat], “Berikanlah kepadaKu dengan nama-nama benda itu jika kamu benar.” [2:31]

Abstrak:

Nama $\rightarrow$ Set $\rightarrow$ Logik $\leftarrow$ Hebb $\leftarrow$ Neuron.

Bermula dengan nama

Nama adalah label. Label mengkategorikan¹ benda. Dua benda yang mempunyai ciri berbeza diberi dua nama yang berbeza. Benda-benda yang dipanggil dengan nama yang sama adalah sama, iaitu ia mempunyai ciri yang sama. Nama mengandungi maklumat tersirat tentang ciri sesuatu benda.

Tersirat dalam nama juga ialah hubungan di antara benda. Misalnya benda bernama 'burung' juga punya nama 'binatang'. Di antara lain, dalam nama ada hubungan-hubungan yang diperihalkan oleh teori set.² Set 'burung' ialah subset kepada 'binatang', dan 'tweety' mungkin merupakan suatu unsur dalam set 'burung'.

Hubungan logik terkandung dalam hubungan set. Sesuatu benda bernama 'burung' juga bernama 'binatang'. 'burung' babatkan 'binatang':

$$\text{binatang} \vee \neg \text{burung}$$

Jadi mengenal nama adalah asas dalam logik dan taakulan.

Manusia

Akal adalah satu kelebihan manusia. Akal melakukan proses taakulan.

Akal cuba memberi makna kepada alam. Makna yang diberikan kepada alam yang boleh dideriai pancaindera, yang dikatakan alam fizikan, dinamakan 'fizik'. Makna yang lebih mendalam, samada diperolehi menerusi wahyu atau lain-lain, dinamakan 'ugama'.

Dengan³ akal juga, manusia punya bahasa. Bahasa membolehkan komunikasi antarmanusia. Ia membina budaya.

Dalam arah reduktionisme, fizik telah hampir sampai ke 'Teori Semua Perkara'.⁴ Akan tetapi, alam fizikan ini tak semudah itu, dan kekompleksan fenomena akibat

1 *Teori kategori* dalam matematik, walaupun asas, agak berbeza, kerana ia lebih berat kepada *hubungan* di antara benda. Namun, hubungan-hubungan juga punya nama.

2 Dalam *Pengaturcaraan Berorientasikan Objek* (OOP), istilah *kelas* dan *objek* (penseketikaan anli kelas) digunakan. Setiap kelas dicirikan oleh *kaedah-kaedah*, yang 'diwarisi' oleh subkelas dan objek dalam kelas berkenaan.

3 'Dengan' di sini boleh bermakna 'Akibat adanya' atau juga 'Bersama adanya'.

4 Namun demikian, tiada sebab fizik mesti tamat, walaupun dalam arah lebih asas. Pada akhir kurun ke20, sesetengah orang menyangka fizik telah hampir sempurna, sebelum timbulnya dua gagasan penting iaitu kerelatifan dan teori kuantum pada awal kurun ke21!

salingtindak unsur-unsur kini merupakan perbatasan baru dalam fizik. Organisasi biologi dan sosiologi adalah arah-arab baru.

Model fizik untuk sistem kompleks

Dalam alam fizikan, tapak akal ialah otak. Bolehkah melalui kajian senibina otak kita fahami proses taakulan?

Billionan sel neuron dalam otak memproses isyarat masukan,

$$S_i = f(h_i)$$

di mana f ialah suatu fungsi taklinear. Keaktifan sel-sel ini saling bergantung,

$$h_i = J^{(1)}_{ii} S_i + \sum_j J^{(2)}_{ij} S_j + \sum_{j,k} J^{(3)}_{ijk} S_j S_k + \dots$$

secara amnya, di mana $J^{(n)}$ memerihalkan ketersambungan antarneuron peringkat ke- n .

Kita hanya perlu menyelesaikan billionan persamaan berganding ini! Ahli fizik menangani keadaan seperti ini dengan membuat pemudahan. Jika neuron diatur berlapisan, dan ketersambungan hanya wujud dalam satu arah dari lapisan ke lapisan ('suap ke hadapan'), persamaan ini menjadi pemetaan, yang diselesaikan berlangkah. Jika pula ketersambungan bersimetri, persamaan ini juga boleh ditangani, dalam kes ini dengan menuliskan fungsi Lyapunov yang memerihalkan dinamikanya:⁵

$$E = - \sum_i J^{(1)}_{ii} S_i - \frac{1}{2} \sum_{ij} J^{(2)}_{ij} S_i S_j - \dots$$

Bagi sistem dengan saling-tindak hingga peringkat kedua, ia tidak lain adalah seperti sistem spin dalam fizik statistik. Kaedah fizik statistik boleh digunakan. Keadaan stabil merupakan penarik-penarik titik yang sepadan dengan keadaan tenaga terendah.⁶ Sistem seperti ini boleh diaturcarakan untuk melakukan pengoptimuman kombinatorik dengan memadankan E kepada fungsi kos pengoptimuman.⁷

Pembelajaran dalam model rangkaian neuron seperti ini merujuk kepada dinamik yang diberikan kepada sambungan J . Satu konsep mudah ialah pembelajaran Hebb, di mana pemudahan berlaku menurut kegunaan, misalnya

5 Ini seperti boleh ditulis fungsi keupayaan (iaitu sistem adalah abadian) apabila tindakbalas sama dan setentang tidakan (hukum Newton ke3).

6 Apabila kehendak kesimetrian ke atas J dilonggarkan, kita bakal perolehi penarik kitar dan penarik aneh.

7 Maka kita boleh gunakan kaedah 'sepuhlindap tersimulasi' dan sebagainya, menerusi bandingan dengan sistem fizik statistik, untuk membaiki proses pengoptimuman.

$$\Delta J^{(2)}_{ij} \propto S_i S_j.$$

Dalam sistem berlapis suap ke hadapan, ia membawa kepada pembelajaran 'rambatan balik ralat' yang dapat memberikan pemetaan yang tersirat dalam pencontoh-pencontoh masukan-keluaran, dan penyeluruhan darinya.

Kalau dalam sistem sosial pula kita modelkan manusia⁸ ('agen') sebagai unsur-unsur terangkai, kita perolehi pemerihalan yang generik. Dalam kes ini, dinamik J diberikan oleh teori permainan dan strategi saling-tindak, yang mungkin punyai ingatan dan pembelajaran sendiri. Namun akhirnya dinamik keseluruhan sistem boleh dikaitkan dengan wujudnya penarik-penarik titik, kitar dan aneh. Butirannya adalah dalam butiran matriks J dan butiran dinamikanya.

Logik dan epistemologi

Proses taakulan, pada aras simbolan, dikaitkan dengan logik. Jika kita lihat logik sebagai mengoptimumkan pilihan umpukan kebenaran, kita boleh lakukannya di atas rangkaian neuron bersimetri. Jadi dari ayat-ayat logik, kita perolehi ketersambungan neuron J .

Kalau kita terbalikkan, ia bermakna kita ada kaedah untuk mendapatkan ayat-ayat logik daripada ketersambungan rangkaian neuron. Kita boleh membongkar 'pengetahuan' yang tersimpan dalam rangkaian neuron.

Ketersambungan rangkaian neuron boleh terbentuk dari pembelajaran. Didapati, pembelajaran Hebb daripada peristiwa-peristiwa yang berlaku menurut hukum logik tertentu, menghasilkan ketersambungan rangkaian yang, bila dibongkarkan, memberikan secara tepatnya hukum-hukum logik berkenaan!⁹ Ini bermakna, di antara lain, kita boleh gunakan senibina seperti ini untuk melombong pengetahuan daripada data.

Ia juga membawa kepada suatu epistemologi di mana alam sekeliling difahami daripada pemerhatiannya. Hukum-hukum tertimbul menerusi pemudahan akibat kebiasaan.

⁸ Atau institusi.

⁹ Secara retrospektif, ini sebenarnya jelas, kerana pembelajaran Hebb menekankan keadaan-keadaan yang dipelajari sebagai di antara keadaan stabil (atau 'penyelesaian'), dan keadaan-keadaan ini memang sebenarnya yang dibenarkan oleh hukum-hukum yang mengawal itu.

Hukum tertimbul secara lazim dan semulajadi.

AlGhazali¹⁰ dan kemudiannya Hume, memerihalkan hukum sains sebagai tertimbul daripada kebiasaan. Begitulah hukum sains dikatakan *hukum adat*.

Rumus

Daripada isyarat-isyarat deriaan yang banyak, akal merumus menerusi pembelajaran, untuk memberikan hukum-hukum yang ringkas bagi memerihalkan kesemuanya ini. Akal seakan melakukan penurunan data. Kita boleh juga kaitkan data yang terturun ini kepada bentuk nama.

Sistem kompleks seperti dalam biologi, misalnya¹¹ kepintaran, dan dalam sosiologi, misalnya suatu masyarakat atau pasaran, boleh dicirikan oleh titik-titik atau orbit-orbit pegun. Keertian titik-titik ini bolehlah dibandingkan dengan kemercutandaan titik-titik pegun di atas suatu lengkung.

Bibliografi terpilih¹²

- Wan Ahmad Tajuddin Wan Abdullah, "The Connectionist Paradigm", *Proc. 1st National Computer Science Conference, Kuala Lumpur, January 1989*, pp. 95-119.
- Wan Ahmad Tajuddin Wan Abdullah, "Logic Programming on a Neural Network", *J. of Intelligent Systems* 7 (1992) 513.
- Wan Ahmad Tajuddin Wan Abdullah, "A Connectionist Epistemology", *Cybernetica* 34 (1991) 75.
- Wan Ahmad Tajuddin Wan Abdullah, "The Logic of Neural Networks", *Phys. Lett.* 176A (1993) 202.
- Wan Ahmad Tajuddin Wan Abdullah, "Neural Networks, Logic Programming and Al-Ghazali's Epistemology", *Proc. AMR-IT '91, Leicester, U. K., 1991*.
- Wan Ahmad Tajuddin Wan Abdullah, "A Theory of Knowledge", *Pros. Persidangan Fizik Kebangsaan 1995, Serdang, 1995* (ed. Z. A. Sulaiman et al.), pp. 227-230.
- Wan Ahmad Tajuddin Wan Abdullah, "Organisasi Otak dan Organisme", *Dewan Kosmik*, June 1996.

10 Dalam *Tuhfat alFilasafatnya*, di mana beliau menerangkan mungkin mukjizat.

11 Dan juga kehidupan atau organisasi kehidupan, contohnya dinamik evolusi Darwin.

12 Yang agak pincang!

- Wan Ahmad Tajuddin Wan Abdullah, "Simplifying Complexity", *Proc. Int. Meeting on Frontiers of Physics 1998, Kuala Lumpur 26-29 Oct. 1998*, ed. S. P. Chia & D. A. Bradley, World Scientific, Singapore, 2000, pp 612-616.
- Wan Ahmad Tajuddin Wan Abdullah, "Revolusi dan Reformasi dalam Model Sistem Sosial", *Pros. FIZIK 2000: Seminar Fizik Kebangsaan*, ed. Hariyadi Soeterdjo et al., UMS, Kota Kinabalu, pp 290-292.
- Wan Ahmad Tajuddin Wan Abdullah, "Learning strategies for global games with delayed payoffs", presented at Workshop on Economics with Heterogeneous Interacting Agents WEHIA 2002, Trieste, Italy, May-June 2002; in Mauro Gallegati, Alan P. Kirman & Matteo Marsili (eds.), *The Complex Dynamics of Economic Interaction. Essays in Economics and Econophysics*, Springer, pp. 395-402.
- Wan Ahmad Tajuddin Wan Abdullah, "Emergence of heterogeneity in an agent-based model", *Physica A* **324** (2003) 311-316.
- Saratha Sathasivam & Wan Ahmad Tajuddin Wan Abdullah, "Logic Mining Using Neural Networks", *Proceedings of the International Conference on Intelligent Systems 2005 (ICIS 2005), Kuala Lumpur, 1-3 December 2005*.
- Sidiq Mohamed Khidzir & Wan Ahmad Tajuddin Wan Abdullah, "On the Wealth Distribution of a Simulated Kinetic Economy with an Arbitrary Fraction of Agents Networking Trading Opportunities", presented at *National Physics Conference 2007 (PERFIK 2007), Kuala Terengganu, Malaysia, 26-28 December 2007*; in H. B. Senin, G. Carini, J. Abdullah & D. A. Bradley (eds.), CP1017, *Current Issues of Physics in Malaysia*, American Institute of Physics, Melville, NY, 2008, pp. 383-387.