

- Romer P.M., 1990, «Endogenous Technical Change», *Journal of Political Economy*, vol. 98, pp. 71-102.
- Scarf H., 1981, «Indivisibilities: Part I», *Econometrica*, vol. 49, pp. 1-42.
- Shannon C.E., 1949, *Mathematical Theory of Communication*, University of Illinois Press, Urbana.
- Solow R.M., 1957, «Technical Change and Aggregate Production Function», *Review of Economics and Statistics*, vol. 31, pp. 312-320.
- Sugden R., 1991, «Rational Choice: a Survey of Contributions from Economics and Philosophy», *The Economic Journal*, n. 101, pp. 751-785.
- Stutzer M., 1980, «Chaotic Dynamic and Bifurcation in a Macromodel», *Journal of Economic Dynamical Control*, n. 1, pp. 377-393.
- Von Neumann J., 1966, *Theory of Self Reproducing Automata*, University of Illinois Press, Urbana.
- Wilson A.G., 1970, *Entropy in Urban and Regional Modelling*, Pion, Londra.
- Wilson A.G., 1981, *Catastrophe Theory and Bifurcations. Applications in Urban and Regional Geography*, Croom Helm, Londra.
- Wolfram S., 1986, «Statistical Mechanics of Cellular Automata», *Review of Modern Physics*, vol. 55, n. 3, pp. 601-643.
- Wolfram S., 1984, «Computation Theory of Cellular Automata», *Communications in Mathematical Physics*, n. 96, pp. 15-57.

Appendice: Le reti neurali

La cultura scientifica occidentale ha enfatizzato il ruolo della modellizzazione e della formalizzazione matematica nel senso che si suppone che un evento non possa essere spiegato esaustivamente se non lo si può descrivere mediante equazioni o non può essere rappresentato con un algoritmo.

I modelli basati sulle reti neurali, meglio detti connessionistici, hanno costituito un notevole progresso concettuale e hanno portato una forte innovazione nella comprensione della dinamica non lineare e nello sviluppo di nuovi concetti e nuove tecniche di analisi.

«La rivoluzione consiste nel simulare i fenomeni di nostro interesse, non accontentandosi solo di osservarli o di interpretarli con una teoria, come ha fatto la scienza sino ad oggi» Parisi (1991).

Le reti neurali cercano di riprodurre la struttura del cervello umano formato da cellule nervose, dette *neuroni*, interconnesse tra di loro. Nella costruzione neurale artificiale il neurone rappresenta l'unità elementare ed è caratterizzata da uno stato di attivazione che deriva ott dagli output U dei neuroni ad esso collegati. Esso, cioè, riceve come input gli output provenienti dagli altri nodi, opportunamente modulati dai pesi quantitativi $P_{i,j}$ (pesi sinaptici) di ogni connessione dei neuroni, collegati all'unità N_i , che costituiscono la misura della conduttività. Quindi l'input dell'unità N_i sarà dato dalla:

$$SA_i = \sum_j P_{i,j} U_j \quad (A1)$$

che a sua volta sarà in grado di generare un output U_i , in virtù dell'applicazione di una funzione FA, detta di attivazione, in modo da avere: