

SONNO E CONSOLIDAMENTO DELL'APPRENDIMENTO. UNA SIMULAZIONE CON RETI NEURALI ARTIFICIALI

RICHARD WALKER, VINCENZO RUSSO

Facoltà di Psicologia, II Università di Napoli

Introduzione. I modelli della memoria basati su reti neurali artificiali comprendono, solitamente, un'unica fase di apprendimento. La modellazione di sequenze di apprendimento è ostacolata, infatti, dal cosiddetto *oblio catastrofico*, dove la memorizzazione di nuovi input distrugge le tracce di quelli precedenti. Diversi autori (Crick, Mitchison, 1983; Christos, 1996; Robins, McCallum 1999) hanno ipotizzato che l'oblio catastrofico si possa evitare attraverso processi che riprodurrebbero alcuni aspetti del sonno biologico. Nel modello di *pseudo-rehearsal (PR)*, proposto da Robins e McCallum (R&C), una rete Hopfield è esposta ad una sequenza di input casuali. Dopo ogni input lo stato della rete converge verso un "attrattore", che viene "appreso". La dinamica della rete fa sì che questi attrattori sono "vicini" agli attrattori relativi agli input precedentemente appresi. L'apprendimento dei primi comporta quindi il consolidamento dei secondi. Il modello proposto richiama una ricca letteratura dove si ipotizza un contributo del sonno REM al consolidamento della memoria. (Dement 1998, Kavenau, 1995) oppure un ruolo congiunto del sonno REM e NREM (Ficca, Lombardo, Rossi, Salzarulo 2000). In questo contesto abbiamo ritenuto interessante approfondire l'ipotesi di R&C attraverso una serie di nuove simulazioni.

Metodo. Per valutare l'efficacia del PR, abbiamo addestrato una rete Hopfield, a memorizzare un insieme di immagini. A questo *compito di laboratorio* è seguita una fase di PR, seguita, a sua volta, da una *fase di interferenza* dove la rete è stata esposta a nuove immagini. Infine si è valutata la capacità della rete nel richiamare le immagini originalmente apprese. I risultati, sono stati confrontati con quelli di una simulazione *di controllo* senza PR. Il PR è stato modellato utilizzando gli stessi meccanismi proposti da R&C. Gli esperimenti sono stati ripetuti variando la durata del periodo di PR. Ulteriori esperimenti hanno indagato gli effetti di diverse tecniche di PR, confrontando un PR *di tipo A*, dove la rete è stata sottoposta ad un rumore di bassa ampiezza, applicato ad intervalli frequenti, con un PR *di tipo B*, con input perfettamente casuali, applicati meno frequentemente.

Risultati. In 30 ripetizioni dell'esperimento con PR il tasso medio di errore registrato dopo la fase di interferenza è stato significativamente inferiore a quello per l'esperimento di controllo. ($M_{\text{pseudo}}=0,378$; $M_{\text{controllo}}=0,416$; $F(1,30)=31.32198, p<0.0005$). La manipolazione della durata della fase di PR dimostra un significativo effetto dose: si osserva, infatti, che per valori fino a 4000 cicli l'effetto di consolidamento aumenta in diretto rapporto alla durata della PR mentre per durate superiori l'effetto diminuisce. Si osserva, infine, un'interessante differenziazione fra il PR di tipo A, dove si ottiene un debole consolidamento degli input originali e quello di tipo B che produce il rinforzo di alcune tracce e l'abolizione delle altre.

Conclusioni. Sebbene i nostri esperimenti non costituiscono una simulazione fisiologicamente realistica del sonno essi dimostrano che nelle reti neurali meccanismi di PR, forzati da input casuali, possono dare un contributo effettivo al consolidamento dell'apprendimento. Il passaggio al sonno biologico non è automatico. E' possibile tuttavia che il modello possa costituire una fonte di

nuove ipotesi per la ricerca fisiologica. La presenza di un forte effetto dose consente la formulazione di predizioni che si prestano alla verifica sperimentale. Un ulteriore fattore di interesse è rappresentato dalla scoperta di differenziazioni qualitative nel consolidamento conseguito con diversi modelli di PR. Tale risultato potrebbe costituire un punto di partenza per lo sviluppo di modelli più articolati che riproducano gli effetti distinti di sonno REM e sonno NREM.

Riferimenti bibliografici.

Chirstos G.A. (1996). Investigation of the Crick-Mitchison reverse-learning dream sleep hypothesis in a dynamical setting, *Neural Networks*, 9, 427-434

Crick, F., Mitchison, G. (1983). The function of dreaming sleep, *Nature*, 304, 111-114

Dement W.C., (1998). The Study of human sleep: a historical perspective, *Thorax*, 53, (suppl. 3), S2-7.

Ficca, G., Lombardo, P., Rossi, L., Salzarulo, P. (2000). Morning recall of verbal material depends on prior sleep organization. *Behavioral Brain Research*, 112,159-163.

Kavenau J.L. (1995). Sleep and Memory: evolutionary perspectives, *Sleep Research Society, USA, Bulletin 3, Vol. 1.*

Robins, A., McCallum, S. (1999). The consolidation of learning during sleep: comparing the pseudorhearsal and unlearning accounts. *Neural networks*,12, 1191-1206.