

Specifiche Genesis*

Marco Marini

26 dicembre 2011

Parte I

Principi

1 Reazioni chimiche

Le reazioni chimiche simulate sono due:

1.1 Sintesi

La sintesi produce glucosio assorbendo l'energia dal sistema. Durante la sintesi l'anidride carbonica si unisce all'acqua e viene prodotto glucosio e ossigeno.

anidride carbonica + acqua + energia = glucosio + ossigeno



1.2 Combustione

La combustione brucia glucosio creando energia. Durante la combustione il glucosio si unisce all'ossigeno e produce l'acqua e anidride carbonica.

glucosio + ossigeno = anidride carbonica + acqua + energia



L'ossigeno e l'anidride carbonica sono allo stato gassoso, l'acqua è allo stato liquido e il glucosio allo stato liquido

Parte II

Attività

Ogni essere vivente reagisce in base ai segnali che arrivano dall'ambiente.

Possiamo identificare alcune azioni base:

*\$Id: spec.tex,v 1.2.6.3 2011/12/18 21:16:14 marco Exp

2 Produzione di energia

Le attività di base dell'essere vivente necessitano di una quantità di energia che viene prodotta bruciando glucosio (reazione di ossidazione). Se l'essere non ha sufficiente glucosio per sopravvivere l'essere muore. L'essere vivente non ha controllo sulla produzione di energia che è automatica.

3 Sintesi

L'essere vivente assorbe energia dal e la converte in glucosio, ogni essere vivente può regolare la quantità di energia assorbita quindi l'azione disponibile è la modifica del parametro di controllo ovvero la velocità di sintesi del glucosio S

$$\Delta G = S \Delta t \quad (1)$$

L'attività di sintesi cambia lo stato accumulando glucosio nel corpo, quindi è utile all'essere vivente conoscere la quantità di glucosio G presente.

Ci sono tre regole che controllano la velocità di sintesi in base a tre fasce di glucosio:

$$0 \leq G < G_1 \Rightarrow S = S_1 \quad (2)$$

$$G_1 \leq G < G_2 \Rightarrow S = S_2 \quad (3)$$

$$G \geq G_2 \Rightarrow S = S_3 \quad (4)$$

I valori G_1, G_2, S_1, S_2, S_3 sono determinati dal codice genetico dell'essere vivente.

4 Clonazione

L'essere vivente può creare una copia di se stesso, la posizione del nuovo essere vivente è nei dintorni del genitore. Questa attività necessita di energia aggiuntiva oltre a quella di sopravvivenza.

L'equazione energetica della clonazione è:

$$\Delta G_1 = -E_0 - G_c \quad (5)$$

$$G_c = K(G - E_0) \quad (6)$$

dove E_0 è l'energia di clonazione, G_c è il glucosio ceduto al clone, K è la percentuale di glucosio cedibile al clone.

La condizione utile per clonare è

$$G > E_0 \quad (7)$$

L'attività di clonazione riduce la quantità di glucosio quindi è utile per conoscere il livello di glucosio dell'essere. I parametri controllati dall'essere che guidano l'attività di clonazione sono due: la percentuale di glucosio ceduto al clone e la probabilità di clonazione.

In questo caso possiamo definire tre regole di clonazione funzione del livello di glucosio:

$$0 \leq G < G_1 \Rightarrow P(c) = P_1, K = K_1 \quad (8)$$

$$G_1 \leq G < G_2 \Rightarrow P(c) = P_2, K = K_2 \quad (9)$$

$$G \geq G_2 \Rightarrow P(c) = P_3, K = K_3 \quad (10)$$

Dove $P(c)$ la probabilità di clonazione.

I valori $G_1, G_2, P_1, P_2, P_3, K_1, K_2, K_3$ sono determinati dal codice genetico.

5 Accoppiamento

L'essere vivente può accoppiarsi con un'altro essere vivente nell'intorno della cella e creare un nuovo essere vivente. Il patrimonio genetico dei due genitori viene mescolato casualmente. Questa attività necessita di energia aggiuntiva. L'equazione energetica dell'accoppiamento è

$$\Delta G = -E_0 - G_a \quad (11)$$

$$G_a = K(G - E_0) \quad (12)$$

dove E_0 è l'energia di accoppiamento, G_a è il glucosio ceduto al figlio, K è la percentuale di glucosio ceduta dal genitore.

La condizione per accoppiarsi è

$$G_1 > E_0 \quad (13)$$

La logica di selezione del genitore potrebbe essere quella di favorire gli individui con maggior livello di glucosio secondo la logica per cui la probabilità di sopravvivenza dovrebbe essere proporzionale alla capacità di accumulo del glucosio. In pratica la probabilità di selezionare un individuo nei dintorni dovrebbe essere proporzionale al livello di glucosio.

L'attività di accoppiamento riduce la quantità di energia quindi è utile conoscere il livello di glucosio dell'essere. I parametri controllati dall'essere che guidano l'accoppiamento sono due: la percentuale di glucosio ceduto al figlio e la probabilità di clonazione, altro.

In questo caso possiamo definire tre regole di accoppiamento, funzione del livello di glucosio:

$$0 \leq G < G_1 \Rightarrow P(a) = P_1, K = K_1 \quad (14)$$

$$G_1 \leq G < G_2 \Rightarrow P(a) = P_2, K = K_2 \quad (15)$$

$$G \geq G_2 \Rightarrow P(a) = P_3, K = K_3 \quad (16)$$

6 Assorbimento

L'essere vivente può assorbire il glucosio presente nell'ambiente. Questa attività necessita di energia aggiuntiva oltre a quella di sopravvivenza. L'equazione energetica dell'assorbimento è

$$\Delta G = -\pi_0 \Delta t + \min(G_t, \pi_x \Delta t) \quad (17)$$

π_0 è l'energia necessaria per assorbire il glucosio, G_t il glucosio nel terreno e π_x il limite massimo di assorbimento. L'azione a disposizione è quella di modifica della probabilità di assorbimento $P(a)$.

L'assorbimento è utile quando

$$\Delta G > 0 \Rightarrow \begin{matrix} \pi_x > \pi_0 \\ G_t > \pi_0 \Delta t \end{matrix} \quad (18)$$

L'assorbimento consumando energia deve valutare il rapporto costi/benefici tra lo spendere le energie per assorbire e l'energia assorbita, per questo è necessario misurare la quantità di glucosio presente nel terreno e rapportarla con la quantità assorbibile.

$$\rho = \frac{G_t}{\pi_0 \Delta t + G_t}, \quad \rho = 0 \dots 1 \quad (19)$$

Quindi l'assorbimento è utile quando

$$\rho \geq \frac{1}{2} \quad (20)$$

In questo caso possiamo definire due regole di accoppiamento, funzione del livello di glucosio nel terreno:

$$0 \leq G_t < G_1 \Rightarrow P(a) = P_1 \quad (21)$$

$$G_t \geq G_1 \Rightarrow P(a) = P_2 \quad (22)$$

7 Attacco

L'essere vivente può attaccare un'altro essere vivente nell'intorno della cella. In caso di attacco viene consumata dell'energia sia da chi attacca che da chi si difende. La probabilità di vincita è definita da

$$P(v) = \frac{E_a}{E_a + E_d} \quad (23)$$

E_a è l'energia usata per l'attacco e E_d quella usata per la difesa.

L'equazione energetica dell'attacco è

$$\Delta G_a = E_a = K_a G_a \quad (24)$$

$$\Delta G_d = E_d = K_d G_d \quad (25)$$

dove K_a è la percentuale di energia da destinare all'attacco e K_d la percentuale da destinare alla difesa.

In caso di più prede presenti l'attaccante deve decidere quale preda attaccare. E' ammesso un solo attacco per ciclo. L'attaccante può decidere se attaccare la preda più grossa o più piccola controllando la probabilità tra le due strategie $P(x)$.

I parametri di controllo sono quindi la probabilità di attivazione $P(a)$, la probabilità di attacco della preda più grossa, la quantità di energia per l'attacco K_a e la quantità di energia per la difesa K_d .

In caso di vincita l'attaccante acquisisce il glucosio della preda altrimenti non succede nulla. L'attaccante conosce solo la quantità di energia che può consumare e la quantità di glucosio della preda (minimo e massimo).

Si possono quindi identificare 3 parametri e costruire quindi 8 regole per l'attacco:

$$E_a < E_1, G_x < G_1, G_m < G_2 \Rightarrow P(a) = P_{11}, P(x) = P_{12}, K_a = K_1 \quad (26)$$

$$E_a < E_1, G_x < G_1, G_m \geq G_2 \Rightarrow P(a) = P_{11}, P(x) = P_{22}, K_a = K_2 \quad (27)$$

$$E_a < E_1, G_x \geq G_1, G_m < G_2 \Rightarrow P(a) = P_{31}, P(x) = P_{32}, K_a = K_3 \quad (28)$$

$$E_a < E_1, G_x \geq G_1, G_m \geq G_2 \Rightarrow P(a) = P_{41}, P(x) = P_{42}, K_a = K_4 \quad (29)$$

$$E_a \geq E_1, G_x < G_1, G_m < G_2 \Rightarrow P(a) = P_{51}, P(x) = P_{52}, K_a = K_5 \quad (30)$$

$$E_a \geq E_1, G_x < G_1, G_m \geq G_2 \Rightarrow P(a) = P_{61}, P(x) = P_{62}, K_a = K_6 \quad (31)$$

$$E_a \geq E_1, G_x \geq G_1, G_m < G_2 \Rightarrow P(a) = P_{71}, P(x) = P_{72}, K_a = K_7 \quad (32)$$

$$E_a \geq E_1, G_x \geq G_1, G_m \geq G_2 \Rightarrow P(a) = P_{81}, P(x) = P_{82}, K_a = K_8 \quad (33)$$

Le regole di difesa invece sono quattro:

$$E_a < E_2, E_d < E_3 \Rightarrow K_d = K_1 \quad (34)$$

$$E_a < E_2, E_d \geq E_3 \Rightarrow K_d = K_2 \quad (35)$$

$$E_a \geq E_2, E_d < E_3 \Rightarrow K_d = K_3 \quad (36)$$

$$E_a \geq E_2, E_d \geq E_3 \Rightarrow K_d = K_4 \quad (37)$$

8 Movimento

L'essere vivente può spostarsi nell'intorno della cella per cercare condizioni favorevoli o per scappare da qualche predatore. Questa attività necessita di energia aggiuntiva oltre a quella di sopravvivenza.

L'equazione energetica è:

$$\Delta G = -E_m \quad (38)$$

E_m è l'energia necessaria a muoversi.

Condizioni necessaria per muoversi è che ci siano celle libere nei dintorni e che ci sia energia per muoversi $G > E_m$. Sono definiti tre comportamenti base per muoversi: fuga, ricerca glucosio, ricerca di condizioni per sintetizzare, ricerca condizioni per la respirazione.

La scelta del comportamento può quindi essere regolato dalla combinazione di quattro insiemi di regole ognuno delle quali definisce la preferenza comportamentale:

$$P(fuga) = \frac{p_f}{p_f + p_g + p_s + p_r + p_i} \quad (39)$$

$$P(glucosio) = \frac{p_g}{p_f + p_g + p_s + p_r + p_i} \quad (40)$$

$$P(sintesi) = \frac{p_s}{p_f + p_g + p_s + p_r + p_i} \quad (41)$$

Se $p_f + p_g + p_s + p_i = 0$ allora non ci sarà alcun movimento.

8.1 Fuga

La fuga consiste nello spostarsi in una cella libera più possibilmente lontana da grossi predatori. Il sistema cerca la cella adiacente la cui somma di glucosio

degli esseri viventi confinanti sia minore. Questo valore dà un'indicazione del rischio di attacco.

$$R_i = \sum_{a \in A_i} G_a \quad (42)$$

dove A_i sono le celle adiacenti a i .

Rapportare tale rischio al quello della posizione corrente dà l'indicatore normalizzato che può identificare la situazione di fuga.

$$Pi = \frac{R_i}{R_i + R_j} \quad (43)$$

dove j è la cella con minor rischio.

Quando $P < \frac{1}{2}$ significa che la cella attuale è a rischio minore di quella di fuga, se invece $P > \frac{1}{2}$ la cella attuale ha un rischio maggiore di quella di fuga.

Le regole quindi sono

$$G < G_t, P < P_t \Rightarrow p_f = p_1 \quad (44)$$

$$G < G_t, P \geq P_t \Rightarrow p_f = p_2 \quad (45)$$

$$G \geq G_t, P < P_t \Rightarrow p_f = p_3 \quad (46)$$

$$G \geq G_t, P \geq P_t \Rightarrow p_f = p_4 \quad (47)$$

8.2 Ricerca glucosio

In questo caso l'essere si sposta verso la cella con maggior quantità di glucosio. E' interessante conoscere in questo caso se la cella migliore esiste o se la cella corrente è migliore della destinataria e la quantità di glucosio presente nella posizione destinataria.

Le regole quindi sono

$$G < G_1, G_i < G_2 \Rightarrow p_g = p_1 \quad (48)$$

$$G < G_1, G_i \geq G_2 \Rightarrow p_g = p_2 \quad (49)$$

$$G \geq G_1, G_i < G_2 \Rightarrow p_g = p_3 \quad (50)$$

$$G \geq G_1, G_i \geq G_2 \Rightarrow p_g = p_4 \quad (51)$$

8.3 Ricerca sintesi

In questo caso l'essere si sposta verso la cella con maggior quantità di glucosio sintetizzabile (valore minimo tra anidride carbonica e acqua). E' interessante conoscere in questo caso se la cella migliore esiste o se la cella corrente è migliore della destinataria e la quantità di glucosio sintetizzabile presente nella posizione destinataria.

Le regole quindi sono

$$G < G_1, G_i < G_2 \Rightarrow p_s = p_1 \quad (52)$$

$$G < G_1, G_i \geq G_2 \Rightarrow p_s = p_2 \quad (53)$$

$$G \geq G_1, G_i < G_2 \Rightarrow p_s = p_3 \quad (54)$$

$$G \geq G_1, G_i \geq G_2 \Rightarrow p_s = p_4 \quad (55)$$

Parte III

Codice genetico

Il codice genetico deve codificare le regole di comportamento degli essere. Si sono identificati vari parametri sia di riconoscimento che di controllo. Per semplificazione il codice genetico codifica valori discreti di questi parametri.

- I livelli assoluti di glucosio si codificano in 10 possibili livelli da 0 a G_{max} .
- Le probabilità si codificano in cinque possibili valori $P(x) = \{0, 0.25, 0.5, 0.75, 1\}$
- Le percentuali si codificano in cinque possibili valori $K = \{0\%, 25\%, 50\%, 75\%, 100\%\}$
- Le percentuali si codificano in cinque possibili valori $K = \{0\%, 25\%, 50\%, 75\%, 100\%\}$

Il processo di clonazione consiste nel generare un nuovo essere clonando i parametri genetici. Durante la clonazione di ogni parametro può generarsi una mutazione genetica con probabilità

$$P(\text{mutazione}) = P \quad (56)$$

definita nella sessione di simulazione. In caso di mutazione il parametro viene modificato casualmente.

Parte IV

Test di simulazione

9 Test di simulazione

L'obiettivo è analizzare il comportamento basato sull'alimentazione e ricerca del cibo di reti elementari.

10 Test di evoluzione

L'obiettivo è analizzare l'evoluzione delle reti neurali genetiche in ambiente di pura alimentazione e ricerca cibo.

È necessario definire degli indicatori per verificare quando e quanto viene utilizzato un comportamento e l'associazione del comportamento con lo stato dell'ambiente.

Come schema di valutazione possiamo usare una griglia con le classi di ambiente (input) e i comportamenti intrapresi (output).

È importante monitorare anche il tasso di mortalità naturale, se il sistema evolve questo dovrebbe diminuire.