

KIWIEL



POLSKA AKADEMIA NAUK
Instytut Badań Systemowych

WSPOMAGANIE DECYZJI

SYSTEMY EKSPERCKIE

pod redakcją

Romana Kulikowskiego i Lucyny Bogdan

Warszawa 1995

WSPOMAGANIE DECYZJI

SYSTEMY EKSPERCKIE

pod redakcją

Romana Kulikowskiego i Lucyny Bogdan

Warszawa 1995

Wydano z wykorzystaniem dotacji
KOMITETU BADAŃ NAUKOWYCH

Materiały konferencji: "Analiza Decyzyjna, Systemy Ekspertskie, Zastosowania Systemów Komputerowych",
Warszawa, 25-27 maja 1994r.

Komitet Programowy Konferencji:

Andrzej Ameljańczyk, Zdzisław Bubnicki, Wiesław Grudzewski, Olgierd Hryniewicz, Janusz Kacprzyk, Lech Kruś, Roman Kulikowski (przewodniczący), Kazimierz Mańczak, Ireneusz Nykowski, Zdzisław Pawlak, Roman Słowiński, Andrzej Straszak, Andrzej Weryński, Andrzej Wierzbicki.

Wykonano z oryginałów tekstowych dostarczonych przez autorów

© Instytut Badań Systemowych PAN, Warszawa 1995

ISBN 83-85847-85-5

WYKORZYSTANIE KOMPUTEROWEGO SYSTEMU NEUNET DO SYMULOWANIA SIECI NEURONOWYCH

Prof. dr hab. Edward Kącki
Mgr inż. Beata Ostrowska
e-mail: BeaOstro@lodz1.p.lodz.pl
Instytut Informatyki
Politechnika Łódzka

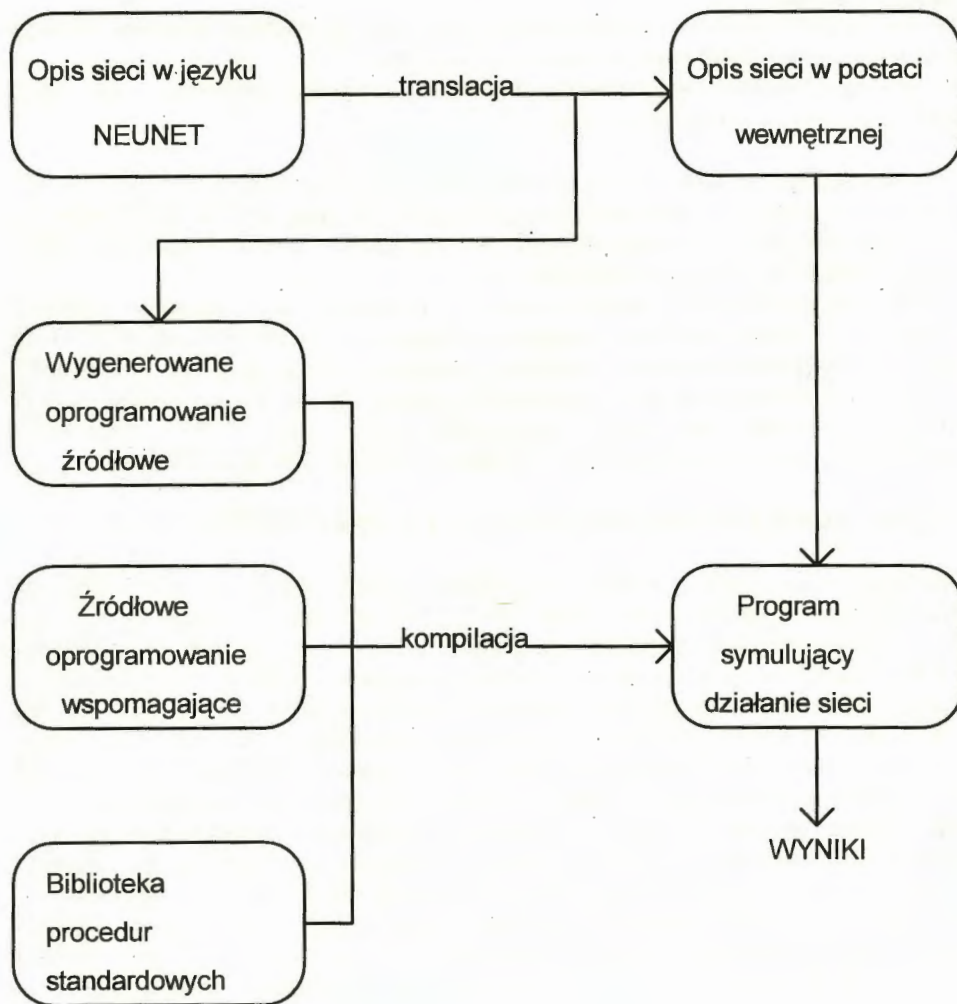
Celem pracy jest przedstawienie komputerowego systemu symulacji sieci neuronowych NEUNET oraz kilku przykładów symulacji przy pomocy tego systemu. NEUNET przeznaczony jest do generowania oprogramowania opartego na symulacji sieci neuronowych.

MODEL SIECI W SYSTEMIE SYMULACJI SIECI NEURONOWYCH NEUNET

Proces tworzenia oprogramowania przy pomocy systemu symulacji sieci neuronowych NEUNET obejmuje następujące etapy : projektowanie sieci i jej opis w języku NEUNET, projektowanie i pisanie oprogramowania wspomagającego, translację opisu sieci w języku NEUNET do postaci wewnętrznej, kompilację i konsolidację programu wynikowego oraz uruchamianie programu (ładowanie opisu sieci do pamięci, symulacja działania sieci). Graficznie przedstawiono to na rys.1.

Symulowana sieć składa się z neuronów, receptorów, efektorów i hormonów oraz połączeń między nimi realizowanych za pomocą aksonów i synaps. Hormony służą do sterowania. Receptory i efekторы pośredniczą w komunikacji pomiędzy siecią a jej środowiskiem zewnętrznym. Z tego względu ich działanie nie jest zdefiniowane wewnątrz systemu - do ich obsługi trzeba napisać specjalistyczne procedury. Symulacja pozostałych obiektów sieci obsługiwana jest przez oprogramowanie standardowe. Możliwe jest zastąpienie części standardowego oprogramowania oprogramowaniem własnym. Pełny opis każdego z symulowanych obiektów sieci

obejmuje : opis modelu obiektu oraz dane konfiguracyjne określające połączenia obiektu z innymi obiektami sieci.



Rys. 1 Proces tworzenia oprogramowania
JĘZYK OPISU SIECI NEUNET

Język NEUNET przeznaczony jest do deklarowania struktur złożonych z neuronów, receptorów, efektorów, hormonów i synaps oraz połączeń aksonalnych między nimi. Zadeklarowane struktury sieci neuronowej, po przetłumaczeniu ich formalnego opisu przez translator języka, są symulowane komputerowo przez oddzielny program.

Taka budowa systemu symulacji ułatwia zmianę modelu symulowanych obiektów i pociągają za sobą odpowiedni podział konstrukcji występujących w języku NEUNET na następujące grupy :

- 1) opis modelu obiektów symulowanych w systemie : deklaracje procedur obsługi neuronów, synaps, hormonów, receptorów i efektorów;
- 2) opis sieci neuronowej : deklaracje obiektów i połączeń pomiędzy nimi oraz deklaracje struktur obiektów i połączeń.

Standardowo w systemie zdefiniowany jest fizjologiczny model neuronów, synaps i hormonów. Deklaracje procedur obsługi obiektów dla tego modelu wbudowane są w translator języka i odwołanie do nich następuje przez użycie kluczowych słów języka: NEURON, SYNAPSE i HORMONE.

W systemie NEUNET można symulować działanie pięciu rodzajów obiektów : neuronów, synaps, hormonów, receptorów i efektorów, z których każdy pełni inną funkcję. Rozróżnienie pomiędzy rodzajami obiektów ułatwia kontrolę poprawności opisu sieci przez translator oraz organizację symulacji. W deklaracji modelu obiektu rodzaj tego obiektu musi być wyznaczony przez jedno ze słów kluczowych, odpowiednio NEURON, SYNAPSE, HORMONE, RECEPTOR lub EFEKTOR.

STANDARDOWY MODEL NEURONÓW, SYNAPS I HORMONÓW

Przekazywaniem sygnałów wzdłuż sieci połączeń zawsze zajmuje się system. Sygnały przekazywane są od receptorów i neuronów wzdłuż aksonów do synaps. Synapsy zaś mogą być dołączone do neuronów, hormonów i efektorów. Sygnały przekazywane wzdłuż aksonów są jednostkowymi impulsami, interpretowanymi, w ramach jednego cyklu symulacji, binarnie tzn. albo sygnał jest (wartość 1) albo go nie ma (wartość 0). Połączenia między synapsami a neuronami, hormonami i efektorami są innego rodzaju - stymulowana impulsowo przez akson synapsa przekazuje dalej sygnał analogowy tzn. w warunkach symulacji przekazywana jest liczba rzeczywista.

Dla każdego obiektu w trakcie symulacji przydzielany jest obszar pamięci pozwalający zapamiętać i obsłużyć strukturę połączeń sieci. Obszar ten zawiera również adresy innych obszarów, z danymi zależnymi od wybranego modelu obiektu. Dla każdego obiektu w trakcie symulacji przydzielany jest obszar pamięci pozwalający zapamiętać i obsłużyć strukturę połączeń sieci. Obszar ten zawiera również adresy innych obszarów, z danymi zależnymi od wybranego modelu obiektu.

Budowa obszarów pamięciowych związanych z poszczególnymi rodzajami obiektów jest różna. Dla neuronów ma ona postać :

- | | |
|------|-----------------------------------------------------------|
| CTG | - rodzaj obiektu:=NEURON, |
| ST | - wartość stymulacji zewnętrznej, |
| SGNL | - wartość wygenerowanego w danym cyklu symulacji sygnału, |
| AXNS | - lista aksonów wyprowadzanych z neuronu, |

CONF - adres obszru z danymi konfiguracyjnymi,
 CONST - adres obszru z parametrami modelu,
 VAR - adres obszaru ze zmiennymi modelu.

Dla synaps obszar pamięciowy ma budowę :

SGNL - wartość otrzymanego sygnału,
 WGHT - waga synapsy,
 SW - znak wagi synapsy,
 NHE - adres dołączonego neuronu, hormonu lub efektora, rozpoznawanie następuje po zawartości pola CTG w tym

obiekcie,
 CONF - adres obszaru z danymi konfiguracyjnymi,
 CONST - adres obszaru z parametrami modelu,
 VAR - adres obszaru ze zmiennymi modelu.

Deklaracja standardowego modelu neuronu jest następująca :

```
NEURON(
  tp      : 0..1;                (* typ neuronu *)
  thr     : 1/REAL..REAL;        (* prog wyzwolenia/blokowania impulsu *)
  iv      : 0.. REAL;           (* wsp. przyrostu potencjału *)
  dv      : 1/REAL..1/CLOCK;    (* wsp. relaksacji potencjału *)
  ta      : 0..TIME;            (* czas aktywności neuronu *)
  frq     : 1/TIME..1/CLOCK;    (* częstotliwość generowania impulsów *)
  tg      : CLOCK..TIME;        (* czas generowania impulsów *)
  ha      : HORMONE;            (* hormon wstępnej aktywacji *)
  hr      : HORMONE;            (* hormon wstępnego hamowania *)
```

= PROCEDURE (NEURON) {

```
  CONST
  TYPE := tp;                    (* typ neuronu *)
  IV:= iv;                       (* wsp. przyrostu potencjału *)
  DV:= dv;                       (* wsp. relaksacji potencjału *)
  THR:= thr;                     (* prog wyzwolenia/blokowania impulsu *)
  TA:= ta;                       (* pełny czas aktywacji *)
  TG:= tg;                       (* czas generowania impulsów *)
  TI:= 1/frq;                   (* czas między impulsami *)
```

VAR

```
  v:= 0;                         (* wartość potencjału neuronu *)
  vt:= THR;                      (* aktualny prog wyzwolenia/blokowania impulsu *)
  a:= 0;                         (* wskaźnik aktywacji, 0 lub 1 *)
```

t:= 0;
i:= 0 }

(* czas od początku aktywacji *)
(* czas od wygenerowania impulsu *)

PODSUMOWANIE

System symulacji sieci neuronowych charakteryzuje się następującymi cechami :

- 1) wbudowany język wysokiego poziomu, pozwalający na strukturalne programowanie w sieci neuronów,
- 2) możliwość łączenia oprogramowania wykorzystującego do pracy ideę sieci neuronowych z dowolnym innym oprogramowaniem (na etapie kompilacji),
- 3) możliwość śledzenia pracy dowolnych elementów sieci,
- 4) możliwość wymiany modelu neuronu i innych elementów sieci.

LITERATURA

1. Kącki E., Ostrowska B., Amanowicz K., *On Certain Properties of the NEUNET Language*, 1993, 7 Międzynarodowa Konferencja "System Modelling Control".
2. Kącki E., Ostrowska B., *System symulacji sieci neuronowych NEUNET*, 1993 II Krajowa Konferencja Naukowa "Inżynieria Wiedzy i Systemy Ekspertowe"
3. Kinnebrock W., *Neuronale Netze. Grundlagen, Anwendungen, Beispiele.*, R. Oldenbourg Verlag Munchen Wien, 1992
4. Tadeusiewicz R., *Sieci neuronowe*, AOW RM Warszawa, 1993
5. *12Th Word Congress International Federation of Automatic Control.*, Sydney, Australia, 18-23 July 1993, materiały konferencyjne
6. *European Control Conference.*, June 28-July 1, 1993, Groningen, The Netherlands, materiały konferencyjne

ISBN 83-85847-85-5

**W celu uzyskania bliższych informacji i zakupu dodatkowych egzemplarzy
prosimy o kontakt
z Instytutem Badań Systemowych PAN
ul. Newelska 6, 01-447 Warszawa
tel. 36-19-01 w. 241 e-mail: kotuszew@ibspan.waw.pl**