



**INSTYTUT BADAŃ SYSTEMOWYCH
POLSKIEJ AKADEMII NAUK**

TECHNIKI INFORMACYJNE TEORIA I ZASTOSOWANIA

Wybrane problemy
Tom 3 (15)

poprzednio

**ANALIZA SYSTEMOWA W FINANSACH
I ZARZĄDZANIU**

Pod redakcją
Andrzeja MYŚLIŃSKIEGO

Warszawa 2013



**INSTYTUT BADAŃ SYSTEMOWYCH
POLSKIEJ AKADEMII NAUK**

TECHNIKI INFORMACYJNE TEORIA I ZASTOSOWANIA

Wybrane problemy
Tom 3 (15)

poprzednio

**ANALIZA SYSTEMOWA W FINANSACH
I ZARZĄDZANIU**

Pod redakcją
Andrzeja Myślińskiego

Warszawa 2013

Wykaz opiniodawców artykułów zamieszczonych
w niniejszym tomie:

Dr hab. inż. Maria GANZHA, prof. PAN

Prof. dr hab. inż. Zbigniew NAHORSKI

Dr hab. Marcin PAPRZYCKI, prof. PAN

Prof. dr hab. inż. Andrzej STRASZAK

Prof. dr hab. inż. Stanisław WALUKIEWICZ

Copyright © by Instytut Badań Systemowych PAN
Warszawa 2013

ISBN 9788389475442

SYSTEMOWE WSPOMAGANIE ROZWOJU POLSKI

Jacek Chmielewski

*Studia Doktoranckie IBS PAN,
e-mail: jchmiel@ibspan.waw.pl*

Streszczenie. Zrównoważony rozwój kraju w czasach globalizacji wymaga systemowego podejścia do planowania rozwoju kraju. W ostatnich latach pojawia się coraz większa liczba dokumentów i raportów, które przedstawiają długofalowe prognozowanie i scenariusze rozwojowe. Prognozy zwracają uwagę na zagrożenia, które w znaczący sposób mogą wpływać na spowolnienie rozwoju gospodarczego. Usuwanie zagrożeń powinno rozpocząć się jak najszybciej, a ważną rolę w rozwiązywaniu problemów musi spełnić sektor naukowo badawczy, który swój potencjał powinien wykorzystać dla właściwego rozpoznawania i rekomendacji korekty w odpowiednim czasie i z odpowiednim wyprzedzeniem. Wymagane jest systemowe podejście do rozwiązywania problemów, gdyż ze względu na złożoność problemów rozwiązania intuicyjne nie zapewnią dobrych wyników. Jednym z możliwych rozwiązań systemowych jest model ekonomiczny kraju odwzorowany siecią neuronową, która stanowi obiekt dla programowania dynamicznego w poszukiwaniu czynników mogących polepszyć wynik ekonomiczny kraju. Ważną rolę w poprawianiu wyników ekonomicznych kraju powinno odegrać poprawienie wyników sektora badawczo rozwojowego, który w świecie gospodarki globalnej ma duży wpływ na osiągnięte rezultaty rozwoju kraju.

Słowa kluczowe: zrównoważony rozwój, sieci neuronowe, programowanie dynamiczne, foresight, sektor naukowo badawczy

1 WPROWADZENIE

W ciągu ostatnich kilku lat pojawiły się istotne dokumenty z zakresu planowania strategicznego rozwoju kraju. Dokumenty „Polska 2030. Wyzwania Rozwojowe” i „Narodowy Program Foresight Polska 2020” przedstawiają szereg rekomendacji, których wdrożenie wydaje się ważnym wyzwaniem rozwojowym dla naszego kraju w wymiarze rozwoju gospodarczego, naukowego i społecznego.

Istotnym dokumentem, który opublikowała organizacja OECD (Organization for Economic Co-operation and Development) jest prognoza rozwoju globalnego do roku 2060. Dokument przedstawia prognozę Polski z niskim produktem krajowym brutto w latach 2030 – 2060. Jest to ważny

sygnał ostrzegawczy, że niezbędnym staje się podjęcie właściwych działań, które ten niepokojący trend będą w stanie poprawić. Wdrażanie długoterminowych strategii rozwojowych może odbywać się w środowisku, które jest trudne do przewidzenia w skali kilkunastu lat.

Wydaje się uzasadnione podejście systemowe do wyzwań jakie stoją we wdrażaniu strategii, podejście takie może zwiększyć prawdopodobieństwo osiągnięcia sukcesu wdrożeniowego. Dodatkowo podejście systemowe pozwala eliminować elementarne błędy jakie mogą się pojawić w definiowaniu zasobów i możliwości finansowych potrzebnych do prawidłowego wdrożenia programów naprawczych.

2 POLSKA 2030. WYZWANIA ROZWOJOWE

Raport został opracowany przez Zespół Doradców Strategicznych Prezesa Rady Ministrów pod kierunkiem Ministra Michała Boni [1]. Celem raportu jest wskazanie elementów wpływających na długofalowy rozwój kraju tak, aby wypracowywana polityka rozwoju kraju w sposób strategiczny prowadziła do rozwoju cywilizacyjnego.

Raport posłużył do pracy nad Długookresową Strategią Rozwoju Kraju (DSRK) i utworzenia dokumentu „DSRK. Polska 2030. Kalendarz realizacyjny”. W 2009 roku Komitet Koordynacyjny do spraw Polityki Rozwoju zredukował liczbę strategii rządowych z 42 do 9. Strategie zostały przyporządkowane do ministerstw (Ministerstwo Spraw Wewnętrznych i Administracji, Ministerstwo Infrastruktury, Ministerstwo Gospodarki, Ministerstwo Kultury i Dziedzictwa Narodowego, Ministerstwa Rolnictwa i Regionów Wiejskich, Ministerstwa Rozwoju Regionalnego, Ministra Zespół Doradców Strategicznych i Prezesa Rady Ministrów). Zdefiniowane są następujące kluczowe wyzwania dla rozwoju kraju w perspektywie roku 2030:

- Wzrost i konkurencyjność
- Sytuacja demograficzna
- Wysoka aktywność zawodowa i adaptacyjność zasobów pracy
- Odpowiedni potencjał infrastruktury
- Bezpieczeństwo energetyczno-klimatyczne
- Gospodarka Oparta na Wiedzy oraz rozwój kapitału intelektualnego
- Solidarność i spójność regionalna
- Poprawa spójności społecznej
- Sprawne państwo
- Wzrost kapitału społecznego

Zdaniem autorów Raportu procesy transformacji ustrojowej po 1989 roku i wejście do struktur Unii Europejskiej w 2004 roku wyznaczały kierunki rozwoju kraju. Obecnie potrzebne jest nowe otwarcie, aby kontynuować rozwój kraju w warunkach nasilającej się konkurencji, globalizacji a także poważnego światowego kryzysu finansowego po roku 2008.

Proponowany jest model polaryzacyjno-dyfuzyjny rozwoju kraju. Polska posiada opóźnienia w zakresie infrastruktury, transportu, powszechnego dostępu do Internetu i braku zaawansowanych usług teleinformatycznych. Również infrastruktura przesyłu energii elektrycznej i dywersyfikacja bezpieczeństwa energetycznego wymaga rozwoju. W dużych aglomeracjach miejskich następuje rozwój dzięki rozwojowi kapitału intelektualnego, wzrostowi mobilności obywateli i dynamizmu młodego pokolenia. Model polaryzacyjno-dyfuzyjny zakłada konieczność wzmacniania elementów wzrostowych poprzez stosowanie właściwej polityki (polaryzacja), ale jednocześnie wyrównywanie szans edukacyjnych, stworzenie sieci transportowej i dostęp do gospodarki cyfrowej (dyfuzja).

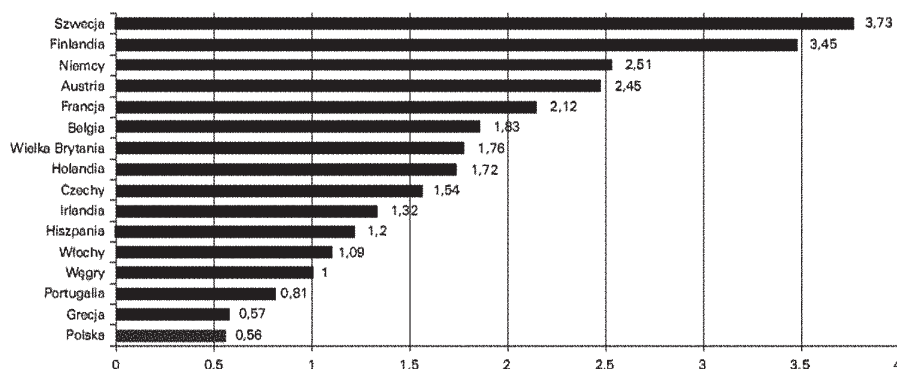
Raport wskazuje kluczowe czynniki rozwoju Polski do roku 2030:

- Warunki do szybkiego wzrostu inwestycji
- Wzrost aktywności zawodowej i mobilności obywateli
- Rozwój produktywności i innowacyjności
- Efektywna dyfuzja rozwoju w wymiarze regionalnym i społecznym
- Wzmocnienie kapitału społecznego i sprawności państwa

Raport zwraca uwagę na znaczenie sektora badawczo rozwojowego w budowaniu i rozwoju kapitału intelektualnego i społecznego. Centra badawczo rozwojowe dużych przedsiębiorstw odgrywają coraz większą rolę w badaniach naukowych, ale to uczelnie dalej są postrzegane jako miejsce powstawania przełomowych odkryć w zakresie nauk podstawowych.

Raport wskazuje na problemy związane z integracją środowiska naukowego z innymi podmiotami funkcjonującymi na rynku takimi jak przemysł i biznes. Istotnym elementem wyróżniającym polski sektor badawczo rozwojowy jest udział kapitału zagranicznego, który w przypadku Polski wynosi tylko 7% ogółu wydatków w porównaniu z 20% w Wielkiej Brytanii.

Kolejnym problemem w działalności sektora badawczo rozwojowego jest poziom wydatków w odniesieniu do Produktu Krajowego Brutto (PKB). Zgodnie ze Strategią Lizbońską nakłady na sektor badawczo rozwojowy powinny wynosić 3% PKB. Zgodnie ze Strategią Rozwoju Kraju poziom wydatków powinien być podniesiony z 1.5% PKB w 2010 do 2.0% w roku 2013.



Rys. 1. Boni M.-Wydatki na sektor badawczo rozwojowy Eurostat, 2009

Raport wskazuje na ważną rolę jaką odegrają uczelnie dla rozwoju kraju w wymiarze kształcenia kadr o profilu dostosowanym do otaczającego środowiska, dla rozwoju potencjału badawczo rozwojowego Polski i dla tworzenia klasy kreatywnej istotnej dla rozwoju kapitału społecznego.

Raport w swoim podsumowaniu podaje rekomendacje, które mają być uwzględnione w strategiach długofalowego rozwoju kraju. Propozycje dotyczące polityk:

- Demograficznego, makroekonomicznego i instytucjonalnego fundamentalnego rozwoju
- Podnoszenia produktywności, mobilności i adaptacyjności gospodarki
- Społecznego wymiaru rozwoju stwarzające warunki do dyfuzji

3 NARODOWY PROGRAM FORESIGHT POLSKA 2020

Program Foresight Polska 2020 został zrealizowany w ramach utworzonego konsorcjum z przywództwem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego [11].

Program dotyczył trzech obszarów badawczych:

- Zrównoważony Rozwój Polski
- Technologie Informacyjne i Telekomunikacyjne
- Bezpieczeństwo

Celem programu foresight było:

- Określenie wizji rozwojowej Polski do roku 2020

- Zdefiniowanie kierunków badań naukowych
- Racjonalne wykorzystanie badań w praktyce
- Zbliżenie zasad polskiej polityki naukowej do wymogów UE
- Kształtowanie polityki naukowej i innowacyjnej do wymogów UE
- Kształtowanie polityki naukowej i innowacyjnej w kierunku Gospodarki Opartej na Wiedzy.

Oczekiwane rezultaty zdefiniowano jako ukierunkowanie rozwoju badań i technologii na dziedziny gwarantujące dynamiczny rozwój gospodarczy w perspektywie średnio i długoterminowej, racjonalizację nakładów realizowanych ze środków publicznych, stworzenia płaszczyzny dyskusji oraz kultury budowania wizji rozwoju gospodarczego w Polsce. Metodologia programu opierała się na:

- Panelach eksperckich
- Delphi II
- Burzy mózgów
- Analizie PEST
- Metodzie krzyżowej
- Budowaniu scenariuszy

Wynikiem badania foresight było opracowanie czterech scenariuszy wskazujących potencjalne kierunki rozwoju kraju w zależności od umiejętnego wykorzystywania silnych stron i umiejętnego niwelowania słabych stron. Scenariusze są napisane w czasie przyszłym.

Scenariusz pierwszy został nazwany „Cool Polonia” lub scenariuszem skoku cywilizacyjnego. Scenariusz zakłada, że Polska do roku 2020 przeprowadziła skutecznie program modernizacji kraju łącząc umiejętne wykorzystanie koniunktury zewnętrznej skoordynowanej z działaniami politycznymi przy szerokim zaangażowaniu społeczeństwa.

Drugi scenariusz nazwany został scenariuszem „twardego dostosowania”. Modernizacja kraju napotkała pewne bariery związane z niskim poziomem kapitału społecznego. Problemy z poziomem kapitału społecznego jest równoważony polityką rządu i dobrą koniunkturą związaną z integracją europejską na przykład poprzez transformację systemu wiedzy.

Kolejny scenariusz nazwany został scenariuszem „trudnej modernizacji”. W scenariuszu założony jest wpływ kryzysu ekonomicznego roku 2010, który przekłada się na kryzys polityczny i dezintegrację struktur międzynarodowych. Niesprzyjające warunki zewnętrzne są przezwyciężane przez wzrost kapitału społecznego osiągnięte w ramach szerokiej umowy społecznej.

Czwarty scenariusz jest najbardziej pesymistyczny i został nazwany scenariuszem „słabnącego rozwoju”. Brak wprowadzenia prorozwojowych reform w szczególności transformacji systemu wiedzy spowodował znaczne trudności w rozwoju kraju. Brak reformy szkolnictwa przy braku przezwyciężenia słabości gospodarki takich jak niska innowacyjność i słabe powiązania z sektorem badawczo rozwojowym powodowało brak sukcesów modernizacyjnych, dodatkowo tania siła robocza przestała odgrywać znaczenie jako atrakcyjny czynnik ekonomiczny. Wynikami projektu Narodowego Programu Foresight 2020 są:

- Zaprezentowane scenariusze
- Rekomendacje dla polityki naukowej i innowacyjnej
- Makrotematy i zdefiniowane priorytety badawczo rozwojowe
- Lista czynników o kluczowym znaczeniu dla przyszłego rozwoju Polski
- Lista priorytetowych technologii

4 RAPORT OECD - PROGNOZA 2060. DŁUGOTERMINOWE PERSPEKTYWY GLOBALNEGO WZROSTU

Raport OECD [6,7] prezentuje wyniki z nowego modelu projekcji wzrostu krajów strefy OECD i głównych krajów spoza OECD w ciągu najbliższych 50 lat. Raport wskazuje dysproporcje rozwoju, które pojawiają się w prognozie. Scenariusz bazowy oparty jest na założeniu stopniowego wdrażania reform strukturalnych i konsolidację fiskalną krajów, tak aby nastąpiła stabilizacja długów krajowych w stosunku do produktu krajowego brutto.

Raport wskazuje na przewagę krajów spoza OECD w rozwoju w porównaniu z krajami strefy G20, ale różnica dynamiki rozwoju zmniejszy się znacząco w ciągu najbliższych dziesięcioleci. W przypadku braku ambitnych zmian politycznych mogą pojawić się czynniki, które wpłyną znacząco na osłabienie rozwoju. Wspomniane wcześniej zmiany strukturalne mogą zwiększyć długookresowo standard życia i zmniejszyć ryzyko poważnych zakłóceń wzrostu gospodarczego poprzez łagodzenie globalnej nierównowagi.

Przewidywania zawarte w raporcie oparte są o kowergencję warunkową, w której zakłada się, że produkt krajowy brutto na mieszkańca jest stacjonarną trajektorią zależną od globalnego rozwoju technologicznego i krajowych warunków strukturalnych i polityk. W długim okresie, wszystkie kraje będą rosły w tempie określonym przez światowe tempo postępu technicznego, ale różnice PKB per capita pozostaną, co wynika przede wszystkim z różnic w poziomie technologii, kapitałochłonności i potencjału kapitału ludzkiego.

Stronę podaźową gospodarki modelowano według standardowej funkcji Cobba-Douglasa z założeniem stałego zwrotu kapitału, kapitału ludzkiego i pracy jako czynnikami produkcji oraz postępu technologicznego jako multi-współczynnika wydajności. W prognozie OECD 2060 Polska znalazła się w grupie krajów o najniższym średnim wzroście produktu krajowego brutto w latach 2030-2060 na poziomie 1%. Jest to poważny sygnał ostrzegawczy, że należy podjąć systemowe rozwiązania, które spowodują wzrost produktu krajowego brutto.

5 SYSTEMOWE WSPOMAGANIE ROZWOJU

Pojawienie się dokumentów „Polska2030. Wyzwania Rozwojowe”, „Programu Foresight Polska 2020” i raportu OECD jest ważnym krokiem w zakresie strategicznego myślenia o przyszłości rozwoju kraju z udziałem sektora badawczo rozwojowego. Dokumenty jednak stanowią tylko punkt startowy, od którego można rozpocząć systematyczną pracę prowadzącą do realizacji strategii. Im start nastąpi wcześniej tym większe szanse na realizację strategii i osiągnięcie sukcesu w zakresie rozwoju ekonomicznego, naukowego i społecznego kraju.

Ze względu na skalę przedsięwzięcia istotne jest systemowe podejście do realizacji strategii. Poniżej przedstawiam elementy realizacji, które moim zdaniem powinny być brane pod uwagę dla organizacji rządowych, naukowych i biznesowych uczestniczących w realizacji strategii. Realizacja strategii rozwojowych musi uwzględniać udział sektora badawczo rozwojowego, który w sposób znaczący może odmienić niekorzystny trend rozwojowy i z odpowiednim wyprzedzeniem opracowywać metody niwelujące zagrożenia. Jeśli przewidujemy ograniczanie osób, które aktywnie wypracowują produkt narodowy to metodą zniwelowania zagrożenia jest zwiększenie produktywności grupy wypracowującej produkt narodowy.

Istotny jest rozwój infrastruktury badawczo rozwojowej sprzyjającej powstawaniu rozwiązań innowacyjnych. Infrastruktura badawczo rozwojowa jest złożonym organizmem, który musi być dostosowany do możliwości finansowych i organizacyjnych. Infrastruktura badawczo rozwojową stanowią:

- Jednostki Badawczo Rozwojowe
- Parki Wiedzy i Technologii
- Innowacyjne Przedsiębiorstwa

Właściwe powiązania organizacyjne pomiędzy obiektami sektora naukowo badawczego, zapewnienie właściwego finansowania to warunki ko-

nieczne osiągnięcia sukcesu jakim w skali długofalowej będzie odwrócenie trendu niskiego PKB Polski w latach 2030-2060. Istotnym elementem systemowego podejścia powinno być wyszukanie najbardziej wrażliwych punktów systemu, których zmiany dzisiaj pozwolą odwrócić niekorzystny trend w skali kilkudziesięciu lat.

6 MODEL GOSPODARKI NARODOWEJ W SYMULACJI SIECI NEURONOWEJ

Model stanowi bardzo ważny element systemowego rozwiązania problemu jakim jest zagrożenie PKB w okresie 2030-2060. Bez modelu trudno znaleźć elementy, które należy modyfikować, aby osiągnąć cel. Możliwe są różne podejścia do stworzenia modelu ekonomicznego kraju. Moim zdaniem interesującym podejściem do modelowania ekonomicznego obok modelu matematycznego czy statystycznego jest symulacja z wykorzystaniem sieci neuronowej.

Interesujące opracowanie modelu makroekonomicznego znalazłem w pracach dr Pawła Rośczaaka z Uniwersytetu Łódzkiego [12]. Na stronie roszczak.com prezentowana jest aplikacja EMIL, która oparte jest na sieciach neuronowych. EMIL jest modelem ekonometrycznym gospodarki Szwecji [5], którego twórcami są prof. Jan B Gajda z Uniwersytetu Łódzkiego i prof. Claes- Hakan Gustafson z Uniwersytetu Orebro (Szwecja). Model EMIL oparty jest na popytowej i podażowej stronach gospodarki, inwestycjach, oczekiwanej inflacji, deprecjacji kapitału, eksportu, zmianie popytu, dynamicznej funkcji podaży i równowagi rynku pracy. W opracowaniu dostępnym na stronie internetowej www.roszczak.com bardzo szczegółowo jest omówiony neuronowy model EMIL z kluczowymi elementami tworzenia sieci neuronowej:

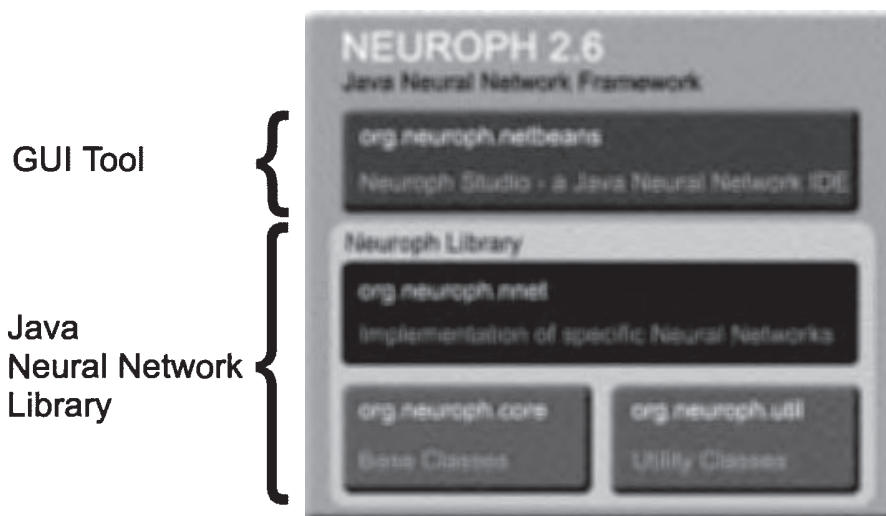
- Rezygnacja ze zmiennych zero-jedynkowych
- Usuwania tendencji rozwojowej
- Wyznaczanie minimalnych i maksymalnych wartości zmiennych
- Ocena stopnia generalizacji i dopasowania sieci neuronowej do modelowanych zależności
- Przygotowanie plików ze strukturą sieci i obserwacjami
- Porównanie efektywności podstawowej i zmodyfikowanej wersji momentowej metody wstecznej propagacji błędu
- Metody trenowania i podział danych uczących
- Funkcji zmiany popytu
- Funkcji stopy inflacji

- Funkcji zmiany eksportu netto
- Zmiany nakładu pracy

Z mojego punktu widzenia jest to bardzo interesujący zestaw metodologiczny i narzędziowy, gdyż istnieją gotowe aplikacje i dostępne są dane do modelu ekonometrycznego Polski. Dane do modelu będą pobierane ze stron Internetowych urzędów statystycznych w tym Głównego Urzędu Statystycznego (GUS) i Eurostat. Do budowania modelu za pomocą sieci neuronowej zostanie wykorzystana aplikacja Neuroph Studio utworzona przez Zorana Sevaraca i zespół w składzie Ivan Jovicic, Marko Ivanovic, Vladimir Kolarevic i Damir Kocic.

Aplikacja Neuroph Studio jest rozwijana na wydziale Artificial Intelligence Laboratory Uniwersytetu w Belgradzie, Serbia. Twórcy aplikacji są członkami organizacji (www.goodoldai.org) GOOD OLD AI Research Network.

Neuroph Studio jest środowiskiem programistycznym Java Neural Network opartej o platformę NetBeans. Licencja na wykorzystanie aplikacji jest oparta na zasadach Wspólnego Rozwoju Licencji i Rozpowszechniania (CDDL – Common Development and Distribution License).



Rys. 2. Strona Internetowa neuroph.sourceforge.net-Struktura aplikacji Neuroph 2.6, 2013

Neuroph ułatwia tworzenie sieci neuronowych dzięki udostępnianiu bibliotek Java Neural Network i narzędzi interfejsu graficznego co umożli-

liwia tworzenie, nauczanie, testowanie i zapisywanie zbudowanych sieci neuronowych. Neuroph wspiera najbardziej znane architektury sieci neuronowych:

- Adaline
- Perceptron
- Multi Layer Perceptron with Backpropagation, Momentum on Resilient Propagation
- Hopfield network
- Bidirectional Associative Memory
- Kohonen network
- Hebbian network
- Maxnet
- Competitive network
- Instar
- Outstar
- RBF network
- Neuro Fuzzy Reasoner

Przetestowałem działanie Neuroph Studio na komputerze klasy PC i po rozwiązaniu problemów z odpowiednimi wersjami Java system działa poprawnie z wersją Sun Java 2 Runtime Environment v.1.7.0v13.

System jest gotowy do wprowadzania danych i tworzenie modelu ekonometrycznego Polski.

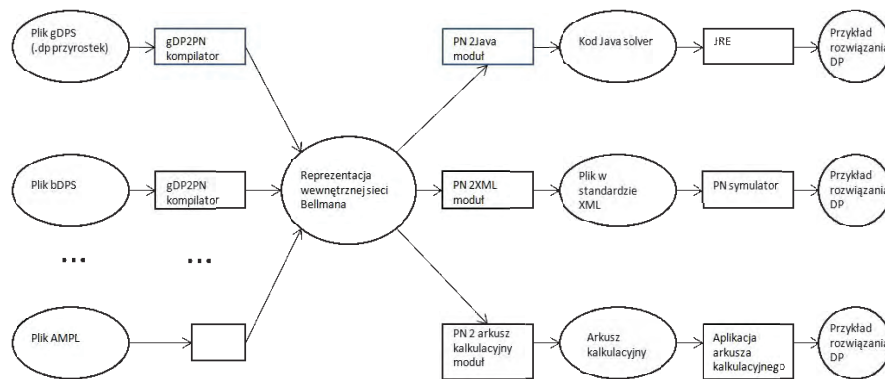
7 OPIS SYSTEMU PROGRAMOWANIA DYNAMICZNEGO

Dla obliczeń programowania dynamicznego zostanie zastosowana aplikacja DP2PNSolver [9] opisana przed dr Holgera Maucha z Uniwersytetu Eckerd College Hawaje, w czasopiśmie Control and Cybernetics.

Narzędzie DP2PNSolver zawiera moduły na dwóch poziomach. Poziom pierwszy zawiera wejście do wprowadzenia specyfikacji dyskretnego problemu DP. Specyfikacja problemu przetwarzana jest na przejściową sieć Petri (PN) reprezentującą Sieć Bellmana (BN). W warstwie przejściowej problem jest standaryzowany do modelowania matematycznego problemu. Optymalne rozwiązanie problemu dostarczane jest przez warstwę drugą zwaną wyjściową w postaci kodu do wykonania (Java lub arkusz Excel).

Podobnie jak z pakietami sieci neuronowych również w zakresie programowania dynamicznego mamy na rynku dostępnych wiele produktów.

Planuję wykorzystać pakiet DP2PNSolver [9], który jest dostępny w rozwiązaniu dla komputera personalnego posiadającego zainstalowany pakiet Java SDK 1.4.2 z kompilatorem ‘javac’. Poniższy rysunek prezentuje architekturę systemu programowania dynamicznego DP2PNSolver:



Rys. 3. Mauch H.–Architektura systemu DP2PNSolver,2006

Język gDPS służy do opisu problemu programowania dynamicznego DP. Parametry, które muszą być zdefiniowane do prawidłowego określenia problemu DP są dostępne w [8,9]). Poniżej przedstawiony jest zapis problemu Matrix Chain Multiplication (MCM):

```

BEGIN
NAME MatrixMultiplication;
GENERAL_VARIABLES_BEGIN
//dimension in MatMul problem
private static int [] dimension
    = {3, 4, 5, 2, 2};
GENERAL_VARIABLES_END
//a state is vector /list of primitive or Set types
STATE_TYPE: (int firstIndex, int secondIndex);
DECISION VARIABLE: int k;
DECISION SPACE:
decisionSet (firstIndex, secondIndex)
    = { firstIndex, ..., secondIndex-1 };
GOAL: f(1, 4)
DPFE_BASE:
  
```

```

FOR (i=1;i<=4;i++){f(i,i)=0.0;}
DPFE:
f(firstIndex, secondIndex)=MIN_{k IN decisionSet}
{f(t1(firstIndex, secondIndex,k))
+f (t2(firstIndex, secondIndex,k))
+ f (r(firstIndex, secondIndex,k))};
REWARD_FUNCTION:
r(firstIndex, secondIndex,k)=dimension[firstIndex-1]
*dimension [k]
*dimension [secondIndex];
TRANSFORMATION_FUNCTION:
t1(firstIndex, secondIndex,k)= (firstIndex,k);
t2(firstIndex, secondIndex,k)= (k+1,secondIndex);
END

```

Rozwiązanie problemu MCM w aplikacji DP2PNSolver powoduje przetworzenie zadania zapisanego w języku gDPS (plik mcm.dp) w poszczególnych etapach (a,...f) przedstawionych poniżej:

a. Polecenie DP2BN mcm.dp [parserLogMCM] powoduje wykonanie sekwencji:

```

Parsing started...
Parsing successful.
End of Parsing.
Compiling successful, now executing...
Bellman net created as file "MCMBN.csv"
Log file created as file "buildBNlog.txt"
both in directory "DP2PNMCM\MCMBN"

```

b. Zawartość pliku "buildBNlog.txt":

```

Starting...
Goal State: (1,4)
Base States with values:
(1,1) 0.0 (2,2) 0.0 (3,3) 0.0 (4,4) 0.0
Operator associated with transitions:
+
Direction of optimization:
min
StateDecisionRewardTransformationTable:
(1,4) [k=1] 24.0 ((1,1),(2,4)) ()

```

```

(1,4) [k=2] 30.0 ((1,2),(3,4)) ()
(1,4) [k=3] 12.0 ((1,3),(4,4)) ()
(2,4) [k=2] 40.0 ((2,2),(3,4)) ()
(2,4) [k=3] 16.0 ((2,3),(4,4)) ()
(1,2) [k=1] 60.0 ((1,1),(2,2)) ()
(3,4) [k=3] 20.0 ((3,3),(4,4)) ()
(1,3) [k=1] 24.0 ((1,1),(2,3)) ()
(1,3) [k=2] 30.0 ((1,2),(3,3)) ()
(2,3) [k=2] 40.0 ((2,2),(3,3)) ()

```

```

Make a place for the goal state (1,4)
Make a min transition mt1
make an arc from mt1 to state(1,4)
Make an intermediate place p1 (for decision k=1)
make an arc from p1 to mt1
make a + transition st1 with value 24.0
make an arc from st1 to p1
make an enabling place ep1 containing 1 black token
make an an arc from ep1to st1
Make a place for the state (1,1)
Make an arc from state (1,1) to
+ transition st1 and a return arc.
.....
.....
.....
Make an arc from state (3,3) to
+ transition st10 and a return arc.
Add a token with value 0.0 into state (3,3)
End.

```

c. Na tym etapie mamy utworzoną przejściową sieć Bellmana, którą wykorzystujemy do znalezienia rozwiązań poprzez polecenie: `BN2Solver MCMBN.csv`

d. Powyższe polecenie powoduje uruchomienie sekwencji zdarzeń, których wynik zapisany jest w pliku `MCMSolutionTree.txt`

e. Przebieg tworzenia pliku `MCMSolutionTree.txt` zapisany jest w pliku `PN2SolverLog`:

```

Starting...
Making solver code for a Bellman net named MCM

```



```
from the BN in its incidence matrix file
representation named MCMBN.csv
Compiling successful, now executing MCMJavaSolver
Output of MCMJavaSolver written to
file "MCMSolutionTree.txt"
in directory "MCMSolverCode"
Done.
```

f. Zawartość pliku MCMSolutionTree.txt

```
The optimal value is: 76.0
The solution tree is:
State (1,4) has optimal value: 76.0
  Decision k=3
    State (1,3) has optimal value: 64.0
      Decision k=1
        Base state (1,1) has initial value: 0.0
          State (2,3) has optimal value: 40.0
            Decision k=2
              Base state (2,2) has initial value: 0.0
                Base state (3,3) has initial value: 0.0
              Base state (4,4) has initial value: 0.0
```

Programowanie dynamiczne może pomóc nam zrozumieć prawidłowość w finansowaniu gospodarki narodowej z uwzględnieniem rozwoju sektora badawczo rozwojowego w długiej perspektywie czasowej co jest bardzo istotne, gdyż sektor badawczo rozwojowy wymaga podejścia do planowania w długich przedziałach czasowych. Dodatkową korzyścią, która może być osiągnięta dzięki zastosowaniu programowania dynamicznego to możliwość sprawdzenia stanu wyjściowego (dzisiaj), czy z tego punktu jesteśmy w stanie dojść do celów w długiej perspektywie czasowej. Możliwe jest też poszukiwanie co i jak powinno być zmodyfikowane dzisiaj aby móc otrzymać w przyszłości zwiększenie parametrów ekonomicznych na przykład produktu krajowego brutto.

Przetestowałem działanie aplikacji DP2PNSolver na komputerze klasy PC dla rozwiązania problemu Matrix Chain Multiplication (MCM). Komputer wymagał zainstalowania Java Developer Kit 1.7.0 v13.

System jest gotowy do obliczeń programowania dynamicznego.

8 PODSUMOWANIE

Badanie możliwości polepszania wyników ekonomicznych w skali kraju jest zadaniem bardzo interesującym. Szczególnie istotne wydaje się to gdy otrzymujemy sygnały, że bierne obserwowanie otoczenia nie przyniesie rezultatów, które możemy traktować jako zadawalające. Sygnał możliwego niezadawalającego rozwoju na poziomie wzrostu produktu krajowego brutto 1% w latach 2030-2060 według prognozy OECD musi wyzwolić energię społeczną do znalezienia przyczyn, rekomendacji zmian i perfekcyjnej egzekucji tych zmian, aby wzrost kraju nie był poniżej aspiracji społeczeństwa. Właściwe odnalezienie czynników blokujących rozwój kraju wymaga podejścia systemowego z dużym zaangażowaniem sektora badawczo rozwojowego, który posiada kapitał intelektualny niezbędny do rozwiązywania nietrywialnych problemów.

Moja propozycja rozwiązania systemowego opiera się na metodologii sieci neuronowych i programowania dynamicznego, tak aby najpierw stworzyć model ekonometryczny Polski a następnie znaleźć najbardziej wrażliwe parametry (populacja, produktywność, kapitał, stopień inwestycji w sektor naukowo badawczy) i zaproponować realistyczne rozwiązania, które pozwolą ograniczyć ryzyko wolnego wzrostu produktu krajowego brutto.

Literatura

1. Boni M., (2009) *Raport Polska 2030. Wyzwania Rozwojowe*, Zespół Doradców Strategicznych Prezesa Rady Ministrów.
2. Boni M., (2013) *Polska 2030 Trzecia fala nowoczesności, Długookresowa Strategia Rozwoju Kraju*, Ministerstwo Administracji i Cyfryzacji.
3. Chmielewski J., (2008) *Zastosowania programowania dynamicznego i sieci neuronowych do określenia kierunków rozwoju sektora badań naukowych i rozwoju do roku 2030i*, Artykuł na Konferencję Polskiego Stowarzyszenia Zarządzania Wiedzą.
4. Chmielewski J., (2010) *Systemowe wspomaganie rozwoju sektora badawczo rozwojowego dla długofalowych strategii rozwoju Polski*, Artykuł na Konferencję KSW 2010 w Bydgoszczy.
5. Gajda J., Gustafson C., (1999) *EMIL An Econometric Macro Model of Sweden*, Orebro University Department of Economics.
6. Johansson, A., (2012) *Looking to 2060 Long-Term Global Growth Prospects: A Going for Growth Report*, OECD Economic Policy Papers, No. 3 - OECD Publishing - ISSN 2226583X.
7. Johansson, A., (2013) *Long-Term Growth Scenarios*, OECD Economics Department Working Papers, No. 1000, OECD Publishing
8. Lew A., Mauch H., (2006) *Dynamic Programming, a Computational Tool*, ISBN-10 3-540-37013-7, Springer Berlin Heidelberg New York.
9. Mauch, H., (2006) *DP2PN2Solver: a flexible dynamic programming solver software tool*, Control and Cybernetics, 2006, Vol.: 35, Part 3, pages 687-702, Polish Academy of Science.

10. Panov, C., (2013) *Innovation and Inclusive Development: A Discussion of the Main Policy Issues*, OECD Science, Technology and Industry Working Papers, No. 2013/01, OECD Publishing.
11. Praca Zbiorowa, (2009) *Narodowy Program Foresight Polska 2020*, Ministerstwo Administracji i Cyfryzacji.
12. Rończak P., (2003) *Model gospodarki Szwecji EMIL w postaci sieci neuronowych*, Strona Internetowa roszczak.com
13. Severac Z., Koprivica, M. (2012) *Getting started with Neuroph*, Strona Internetowa neuroph.sourceforge.net
14. Straszak A., Kruszewski T. (2013) *Long-term global stability in the world in the years 1960 - 2060. The role of the IFAC*, Artykuł na Konferencję w Kosowie

SYSTEM SUPPORT OF POLAND DEVELOPMENT

Abstract. Sustainable development of the country in the era of globalization requires a systematic approach to planning for development of the country. In recent years, there are an increasing number of documents and reports that provide long-term forecasting and scenario development. Forecasts point out to the risks that can significantly affect the economic. Removing threats should begin as soon as possible and scientific research sector must meet an important role in recognition, solving problems and giving recommendations ht time. Systematic approach to problem solving is required due to the complexity of the issues because intuitive solutions cannot provide appropriate results.

One possible solution is a model system of the country economy mapped neural network which provides the facility for dynamic programming in order to find out factors that may improve the economic result of the country. An important role in improving the economic performance of the country should play an improving performance of the sector's R & D, which has a large impact on results of the country in the world of the global economy.

ISBN 83-894-7550-2