

ЗАСТОСУВАННЯ ПРОДУКЦІЙНОЇ СИСТЕМИ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОБЛЕМ МІЖНАРОДНИХ ВІДНОСИН

Зубик О.О.

*Інженер кафедри міжнародно інформації
Національного університету «Львівська політехніка»*

Міжнародні відносини як сфера людського співіснування охоплюють політичні, економічні, правові, дипломатичні, соціально-психологічні, культурні, науково-технічні, торгові, військові та інші зв'язки і взаємовідносини між державами, народами, соціальними групами й організаціями, які діють на міжнародній арені. Через наявність такої великої кількості суб'єктів та важливість їх взаємовідносин виникає необхідність прогнозування цієї сфери з метою визначення тенденцій їх розвитку та впливу на кожного суб'єкта.

На особливу увагу заслугоує метод моделювання, що останнім часом став одним з основних у прикладних дослідженнях міжнародних відносин[1]. Слід нагадати, що моделювання є засобом вивчення об'єкта дослідження шляхом створення формально тотожного йому образу (моделі), який відображає певні його властивості. Методологічною основою є системний підхід, який дає можливість впорядкувати хід думок дослідника, допомагає врахувати та виявити найбільшу кількість різноманітних факторів, зв'язків, побачити нові перспективи та зекономити час.

Останнім часом вчені-міжнародники дедалі частіше звертаються до математичних методів при здійсненні політичних досліджень, що дає їм змогу розширити традиційні методи якісного аналізу[1]. У залежності від постановки задачі дослідження при математичному моделюванні міжнародних відносин використовують такий математичний апарат: рівняння (алгебраїчні, трансцендентні, диференціальні); методи апроксимації (інтерполяція, екстраполяція); методи оптимізації (структурна та параметрична оптимізація, оптимізація на графах і мережах); методи аналізу стохастичних систем (теорія ймовірностей, математична статистика, планування експериментів, теорія ігор, теорія систем масового обслуговування); алгебра логіки; теорія автоматів; теорія алгоритмів; теорія інформації. Використання кількісних методів виправдане в практиці

досліджень міжнародних ситуацій та процесів, оскільки вони, по-перше, дають можливість виокремити раніше непомічені взаємозв'язки між суб'єктами міжнародних відносин; по-друге, виключно важливі при виявленні прихованих ресурсів та можливостей взаємодії на міжнародній арені; по-третє, необхідні для уточнення альтернатив можливих сценаріїв розвитку умов та способів дії [1]. Проте існують і певні труднощі: часто доводиться враховувати багато суб'єктивних моментів, об'єктів, що не піддаються розчленуванню; іноді буває складно здійснити формалізацію або недостатньою є кількість інформації.

Задача даного напрямку “моделювання проблем міжнародних відносин” описується експертними висновками та правилами які, однак можуть містити суперечності, неповноту опису, тому класичні математичні моделі в даному випадку малоприматні.

Для моделювання подібних задач рекомендуються алгоритми нечіткої логіки, наприклад алгоритм Мамдані.

Алгоритми нечіткого виводу розрізняються головним чином видом використання правил, логічних операцій і різновидністю метода дефазифікації. Розроблені моделі нечіткого виводу Мамдані, Сугено, Ларсена, Цукамото.

Розглянемо детальніше нечіткий вивід на прикладі механізму Мамдані. Це найбільш розповсюджений спосіб логічного виводу в нечітких системах. В ньому використовується мінімаксна композиція нечітких множин. Даний механізм включає в себе наступну послідовність дій [2].

Алгоритм Мамдані (Mamdani). Алгоритм Мамдані є одним з перших який знайшов застосування в системах нечіткого виводу. Він був запропонованим в 1975 році англійським математиком Е. Мамдані (Ebrahim Mamdani) в якості метода для управління паровим двигуном. По своїй суті цей алгоритм породжує розглянуті вище етапи, оскільки в найбільшій мірі відповідає їх параметрам. Формально алгоритм Мамдані може бути визначений наступним чином.

а) Формування бази правил систем нечіткого виводу. Особливості формування бази правил співпадає з розглянутими вище при описі даного етапу;

б) Фазифікація вхідних змінних. Особливості фазифікації співпадають з розглянутими вище при описі даного етапу.

в) Агрегування підумов в нечітких правилах продукцій. Для знаходження степеня істинності умов кожного з правил нечітких

продукції використовується парні нечіткі логічні операції. Ті правила степінь істинності умов яких відмінний від нуля вважають *активними* і використовуються для подальших розрахунків.

d) Активізація підзаключень в нечітких правилах продукції здійснюється за формулою (2), при цьому для скорочення часу виводу враховуються тільки активні правила нечітких продукцій.

e) Аккумуляція підсумків висновків нечітких правил продукції відбувається за формулою (1) для об'єднання нечітких множин, що відповідають термам підзаключень, що відносяться до одних і тих ж самих вихідних лінгвістичних змінних.

f) Для дефазифікації вихідних змінних традиційно використовується метод центра тяжіння в формі (3)–(4) або метод центра площі (4).

$$m_D(x) = \max \{m_A(x), m_B(x)\} \quad (\forall x \in X) \quad (1)$$

$$m'(y) = \min \{c_i, m(y)\} \quad (2)$$

$$y = \frac{\sum x_i * m(x_i)}{\sum_{i=1}^n m(x_i)} \quad (3)$$

$$\int_{\min}^u m(x) dx = \int_u^{\max} m(x) dx \quad (4)$$

На даний час більш ефективним для моделювання проблем міжнародних відносин є більш сучасний алгоритм T-Controller. Продукційна система

T-Controller Workshop дозволяє створювати фази контролери типу

T-Controller за допомогою словесного опису користувача і застосовувати їх на числових даних [3].

Алгоритм T-Controller є фази контролером – способом формування логічних висновків для систем нечіткої логіки. В ньому використовується принципово новий метод дефазифікації, що дозволяє отримати нульову методичну похибку.

Застосування контролера для завантажених даних відбувається в двох режимах – режимі передбачення по заданих вхідних значеннях і режимі передбачення табличних даних.

Дана програма була розроблена на каф. АСУ під керівництвом проф. каф. АСУ Ткаченка Романа Олексійовича.

Отже, математичні підходи в аналізі міжнародних відносин використовуються для вирішення тактичних (локальних) питань і для аналізу стратегічних (глобальних) проблем. Математика тут виступає корисним інструментом для побудови моделей міжнародних відносин різного рівня складності. Як правило, такі моделі застосовуються не для отримання числових результатів, а для визначення наявності відповідей якоїсь властивості, наприклад стійкості, усталеності певної політичної ситуації.

1. Горбатенко В. П., Бутовська І. О.. *Політичне прогнозування: Навч. посібник.* – К.: МАУП, 2005. -152 с. – *Бібліогр.:* с. 140-146.
2. Леоненков А. В. *Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzy TECH – СПб.: БХВ Петербург, 2005. – 736 с.*
3. *T-Controller WorkShop: T-Controller User Manual v 1.7, 2011. – 14 с., ТЗОВ Sapienware.*