

ISSUES IN DEVELOPING ALGORITHMS FOR PREDICTIVE CONTROLLERS BASED ON FUZZY MODELS

**M.Yu. Doshanova, Associate Professor, TATU named after Muhammad
al-Khwarizmi**

**Sh.Sh. Hamroqulov, Student, TATU named after Muhammad
al-Khwarizmi**

Abstract: This paper focuses on the development of algorithms for predictive controllers based on fuzzy models.

Keywords: predictive controllers; neural networks; fuzzy models; fast predictive control; optimization

НОРАВШАН МОДЕЛЛАР АСОСИДА БАШОРАТЛОВЧИ СОЗЛАГИЧЛАР УЧУН АЛГОРИТМЛАР ИШЛАБ ЧИҚИШ МАСАЛАЛАРИ

Дошанова М.Ю., Муҳаммад ал-Хоразмий номидаги ТАТУ, доцент

Ҳамроқулов Ш.Ш., Муҳаммад ал-Хоразмий номидаги ТАТУ, талаба

Аннотация: норавшан моделлар асосида башоратловчи созлагичлар учун алгоритмларни ишлаб чиқишга қаратилган.

Калит сўзлар: башоратловчи созлагичлар, нейрон тармоқлар, норавшан моделлар, тезкор–башоратловчи бошқарув, оптималлаштириш.

Нейрон тармоқлари, норавшан мантиқ ва гибрид нейро-норавшан тузилмалар сунъий интеллект тизимларининг асосидир [1-4]. Ушбу усуллар универсал аппроксиматорлар сифатида танилган ва динамик бошқарув объектларини моделлаштириш ва идентификация қилишда кенг қўлланилади. Бу уларни башоратловчи моделлар сифатида башоратловчи созлагичларга киритиш учун мос келади. Динамик бошқарув объектларини идентификация қилиш башоратловчи созлагичларнинг ажралмас ва жуда муҳим қисмидир, чунки бошқариш сифати уларнинг башоратловчи аниқлигига боғлиқ.

Башоратловчи созлагичларнинг яна бир муҳим қисми бу оптимизатордир. Объектнинг ишлашини башоратлаш ва бошқарувчи таъсирнинг оптимал қийматини аниқлаш – бу битта дискретизация частотаси

доирасида башоратловчи созлагич билан ишлаши керак бўлган мураккаб процедурадир. Ушбу турдаги созлагич асосан секин жараёнлар учун ишлатилишининг асосий сабаби ҳам шу. Башоратловчи созлагичларнинг ушбу камчиликларини бартараф этиш учун моделлаштириш ва оптималлаштиришда ҳисоблаш тартибини осонлаштириш учун усуллар зарур.

Гибрид нейро–норавшан моделларга асосланган башоратловчи бошқарув соҳасида тадқиқотлар ва ишланмаларнинг тобора кўпайиб бориши ушбу созлагичларни такомиллаштиришга қизиқиш ортганлигидан далолат беради [5-11].

Мураккаб жараёнларнинг хусусиятларини олдиндан кўрсатувчи бошқариш тизимларини тўлароқ тавсифловчи моделни танлашда башоратловчи созлагичлар учун алгоритмлар ишлаб чиқиш муаммолари муҳим аҳамият касб этади. Ушбу муаммоларни ечиш учун моделлаштиришга кўйиладиган энг муҳим талабларни, шунингдек, моделлаштириш ва идентификация қилиш усулларига умумий нуқтаи назарни Ж.Х.Ли [12] нинг ишларида топиш мумкин. Р.К.Пирсон [13] ишида математик модел учун мос тузилмани танлаш мумкин. Унда чизикли бўлмаган тузилмаларнинг баъзи асосий синфлари тавсифланади. Муаллиф уларни таснифлайди ва “яхши” модел нима деган саволга жавоб беради. Ҳозирги вақтда, Волтерра моделлари, Хамерштейн ва Винер моделлари, нейрон тармоқлар, норавшан мантиқий моделлар ва гибрид моделлар асосан шу мақсадлар учун ишлатилиши ҳақида ўз қарашларини келтириб ўтган.

Нейрон тармоқларнинг бошқарув тизимларида башоратловчи созлагичлар қўлланилишининг сабаби уларнинг хусусиятларида, яъни ўқитиш қобилияти, юқори ишончлилиги ва ахборотни қайта ишлашнинг юқори тезлигидалиги ҳисобланади. Башоратловчи бошқарув тизимлари тўғридан–тўғри алоқаларга эга бўлган нейрон тармоқлардан фойдаланиши мумкин. Шу билан бирга, чизикли бўлмаган башоратловчи созлагичларга радиал асосга эга нейрон тармоқлари, вейвлет нейрон тармоқлари ва бошқалар киради.

Сўнгги ўн йилликларда даврий нейрон тармоқлари жадал ривожланиб бормоқда, бунда алоқалар(боғланиш) яратишдан ташқари, “хотира” ролини

ўйнайдиган ва моделга жараённинг динамикасини яхшироқ акс эттиришга имкон берадиган қайта алоқа (маҳаллий ва/ёки глобал) қўшилган. Шу сабабли, рекуррент тармоқлар тўғридан-тўғри тармоқларга қараганда яхшироқ эканлиги тахмин қилинган.

Нейрон тармоғини ўқитиш – нозичиқли оптималлаштириш масаласига тааллуқли муаммо бўлиб, у алоқа оғирликларини адаптив созлаш билан боғлиқ жараён. Энг кўп ишлатиладиган ўқитиш усуллари биринчи ва иккинчи даражали градиент алгоритмлари деб таснифланиши мумкин. Биринчи гуруҳ backpropagation алгоритмига, шунингдек унинг модификациясига (импульс киритилиши билан, адаптив ўқитиш тезлиги ва ҳк.), иккинчи гуруҳга Ньютон усули, Квазиньютон алгоритмлари ва Левенберг–Маркгуард усули киради. Ўқитиш алгоритми сифатида глобал оптималлаштириш алгоритмлари ҳам қўлланилади. Шунингдек, генетик алгоритмлар билан бир қаторда чумолилар колонаси алгоритмлари ва сунъий асалари алгоритмларидан фойдаланиш таклиф қилинади. Ушбу алгоритмлар гуруҳи ҳосила ҳисоблашларни талаб қилмайди, аммо улар градиент усулларига қараганда анча секинроқ ишлайди, бу уларни башоратловчи бошқарув мақсадлари учун яроқсиз қилади.

Башоратловчи бошқарув ва назоратда норавшан моделлар Мамдани ва Такаги–Сугено модификацияларида ҳам қўлланилади. Ушбу моделларга ишлаб чиқиш осон ва нисбатан содда тузилишга эгаллиги учун уларга кўпроқ афзаллик берилади. Уларнинг қурилишида сезиларли қийинчилик норавшан қоидалар ва тегишлилик функцияларини қуришда ҳисобланади. Мамдани модели аниқроқдир, аммо идентификация пайтида аниқланиши керак бўлган жуда кўп параметрларни ўз ичига олади.

Башоратловчи бошқарув ва назорат учун Такаги–Сугено хулосалаш механизмига эга бўлган моделлардан кенг фойдаланилади, улар аргументлари кириш ўзгарувчилари саналадиган аниқ функция билан ифодаланадиган чиқиш қиймати билан аниқланади. Сўнгги йилларда иккинчи тартибли норавшан тўпламларга эга моделлар машҳур бўлиб қолди. Ушбу моделларнинг асосий камчиликлари шундаки, улар классик биринчи тартибли моделларга қараганда кўпроқ созламаларга эга. Иккинчи тартибли моделлар

учун тегишлилик даражасидан ташқари тегишли эмаслик даражаси ҳам аниқланиши лозим.

Гибрид интеллектуал тузилмалар нейрон тармоқлар ва норавшан мантиқ тизимларининг ривожланишида пайдо бўлмоқда. Улар норавшан тизимларнинг равшанлиги ва шаффофлигини нейрон тармоқларини ўқитиш қобилияти билан бирлаштиради. Норавшан моделларнинг муҳим камчиликларидан бири улар ишлайдиган кўплаб қоидалардир. Қоидалар сонини аниқлашда тизимдаги киришлар сони ва ишлатиладиган ёрдамчи функциялар сонини аниқлаш керак бўлади. Чунки, киришлар миқдори, ишлатиладиган функциялар сони аниқланса, ноаниқ қоидаларнинг сонини кўпайтма орқали топиш мумкин бўлади

Тезкор–башоратловчи бошқарув учун бошқа муаммолар оптималлаштириш алгоритмлари ва башоратловчи созлагичларни созлаш алгоритмларини ишлаб чиқиш билан боғлиқ. Оптималлаштириш алгоритмига кўйиладиган асосий талаблар унинг тезкор яқинлашуви ва уни реал вақтда амалга оширишга имкон берадиган соддалаштирилган ҳисоблаш процедурасидир.

Ночизиқли оптималлаштириш масалаларини реал вақт режимида ҳал қилиш алгоритмларини тадқиқ этиш ва ишлаб чиқишга бағишланган ишларни Е.Дадис [14] ва М.Тенни [15] таклиф қилган. Башоратловчи созлагичларни созлашнинг мақсади моделнинг яхши ишлашини кузатиш, агар модель мос келмаса ишончлилик ва шовқинларни камайитишни таъминлаш ҳисобланади.

Хулоса қилиш керак бўлган битта муҳим нарса шундаки, созлагични интеллектуал созлаш тизимида башоратловчи созлагичлар тўлақонли ишлаб чиқилмаган. Шу сабабли, камайитрилган ҳисоблаш юкламаси нейро-норавшан моделларни қуриш билан бир қаторда, оптималлаштириш алгоритмларини ишлаб чиқиш ва башоратловчи созлагичлар параметрларини ҳисоблаш талабига жавоб беради.

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс. – М.: Вильямс, 2006. – 1104 с.
2. Барский А.Б. Нейронные сети: распознавание, управление, принятие решений // – Москва, Финансы и статистика, 2004. – 176 с.
3. Тархов Д.А. Нейронные сети. Модели и алгоритмы. – М.: Радиотехника, 2005. – 256 с.
4. Галушкин А.И. Нейронные сети: основы теории. – М.: Горячая линия – Телеком, 2010. – 496 с.
5. Мухамедиева Д.Т. Муқобиллаштириш ҳамда башорат қилишнинг гибрид интеллектуал тизимларини қуриш усул ва алгоритмлари. –Тошкент. Навруз, 2017. – 250 б.
6. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы: – М.: Горячая линия -Телеком, 2006. – 452 с.
7. Хижняков Ю.Н., Южаков А.А. Нейро-нечеткий регулятор частоты газотурбинного двигателя // Журнал. Приборы, 2010. – №5. – С.17–21.
8. Игамбердиев Х.З. Регулярные алгоритмы синтеза приспособляющихся регуляторов в задачах управления динамическими объектами // Молодой ученый. -2012. - № 1 (36). - Т.1. - С. 13-16.
9. Горюшкин В.А. О синтезе регулятора для стабилизации нечеткой системы с неопределенностью // Вестник КРАУНЦ. Физ.-мат. науки, – 2011. № 2(3). – С.5–11.
10. Бодянский Е.В., Руденко О.Г. Искусственные нейронные сети: архитектуры, обучение, применения // Харьков: ТЕЛЕТЕХ, 2004. – 369 с.
11. Бураков М.В. Нечеткие регуляторы. – СПб.: ГУАП, 2013. – 284 с.
12. Lee J.H. Model predictive control: review of the three decades of development. International Journal of Control, Automation and Systems, 2021. 9(3). – PP. 415-424.
13. Pearson R. K. Selecting nonlinear model structures for computer control. Journal of Process Control. 2003. –V. 13. -Issue 1. pp. 1-26.

14. Dadios E. Fuzzy Logic - Controls, Concepts, Theories and Applications. - Intech, 2012. - 428 p.
15. Tenny M. Computational Strategies for Nonlinear Model Predictive Control. PhD Thesis. University of Wisconsin-Madison, 2002. – 36p.
16. Samandarov B. et al. Algorithmic maintenance of the feed ration formulation system for livestock farms //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing LLC, 2025. – Т. 3377. – №. 1. – С. 040006.
17. Samandarov B., Geldibaev B., Gulmirzayeva G. Development of algorithms for monitoring and management of object movement using RFID technology //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing, 2025. – Т. 3377. – №. 1.
18. Самандаров Б. С., Гулмирзаева Г. А., Жолдасбаев Д. Р. Анализ и моделирование уязвимостей безопасности информационных систем //Информатика. Экономика. Управление/Informatics. Economics. Management. – 2025. – Т. 4. – №. 1. – С. 2019-2026.
19. Самандаров Б. С. Непрерывное отслеживания крупного рогатого скота на животноводческих комплексах с использованием RFID-технологий //Современные инновации, системы и технологии-Modern Innovations, Systems and Technologies. – 2025. – Т. 5. – №. 2. – С. 3007-3013.