

ՊԱՇՏՈՆԱԿԱՆ ԸՆԴԴԻՄԱԽՈՍԻ ԿԱՐԾԻՔ

Գարիկ Լևոնի Ադամյանի

Ը.00.08 – «Տնտեսության մաթեմատիկական մոդելավորում» մասնագիտությամբ ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման համար

«Մոդելների վրա հիմնված ժամանակային շարքերի կլաստերիզացիա»

թեմայով ատենախոսության վերաբերյալ

Ատենախոսությունը նվիրված է ժամանակային շարքերի կլաստերիզացիոն ալգորիթմների ուսումնասիրությանը: Մասնավորապես ուսումնասիրված են ժամանակային շարքերի կոնկրետ մոդելների (ARMA, GARCH, ARMA-GARCH) համար հեղինակի կողմից առաջարկված կլաստերիզացիոն ալգորիթմների ասիմտոտիկ հատկությունները (ավելի ճշգրիտ՝ կլաստերիզացիոն պրոցեսի ունակայնությունը թույլ և ուժեղ իմաստներով):

Աշխատանքի կառուցվածքը: Ատենախոսությունը գրված է անգլերեն լեզվով: Այն բաղկացած է բովանդակությունից, ներածությունից և 4 հիմնական գլուխներից, ամփոփումից, գրականության ցանկից և հավելվածից: Ատենախոսության ընդհանուր ծավալը՝ 85-86 (հավելվածը միասին): Մեկ էջի ճշտությունը կապված է տիտղոսաթերթի հետ:

Աշխատանքը հիմնված է հեղինակի 3 հիմնական հոդվածների և մեկ հրապարակված զեկույցի վրա:

Այն ունի հստակ կառուցվածք, ենթագլուխների պարզ և հասկանալի բաժանում: Ատենախոսությունը հիմնական արդյունքները զետեղված են 3-րդ և 4-րդ գլուխներում: 1-ին և 2-րդ գլուխները ներկայացնում են համապատասխանաբար ժամանակային շարքերի ուսումնասիրվող մոդելները և ժամանակային շարքերի կլաստերիզացիաների առկա մեթոդները: 3-րդ և 4-րդ գլուխներում ներկայացված են համապատասխանաբար հեղինակի տեսական և գործնական (կիրառական) արդյունքները:

Հեղինակը հղվել է թվով 62 աղբյուրի որոնց մեծ մասը հանդիսանում են գիտական հոդվածներ նվիրված աշխատանքի ուսումնասիրության թեմային:

Ատենախոսության արդիականությունը և գիտական նշանակալիությունը: Ժամանակային շարքերի կլաստերիզացիոն մեթոդները ծագել են վաղ 1990-ական թվականներին: Սկզբում դրանք եղել մոդելի վրա չհիմնավորված (model-free, non-parametric) մեթոդների համախումբ: Բայց բավականին արագ տարածվել են ժամ. շարքերի կոնկրետ մոդելների վրա: Առաջին ինձ հայտնի այդպիսի հոդվածը D. Piccolo-ի, “A distance measure for classifying ARIMA models.”

(1990թ.) հողվածն էր: Այն կուռ հիմքեր էր նախատեսում այս ուղղության հետագա տեսական զարգացման համար: Միանգամից նաև զգացվեց նմանատիպ կլաստերիզացիա կիրառական նշանակությունը (առաջին ինձ հայտնի այդպիսի հողված կարելի է համարել K. Košmelj և V. Batagelj-ի “Cross-Sectional Approach for Clustering Time Varying Data”, (1990), որտեղ առաջին անգամ նմանատիպ մեթոդները կիրառվել էին էլեկտականության սպառման վերլուծության համար):

Սակայն այս թեմային վերաբերվող հիմնական աշխատանքները վերաբերվում են արդեն 2010-ական թվականներին: Այդ առումով սա դեռևս նոր և զարգացող գիտական ճյուղ է:

Ընդ որում շատ աշխատանքներ կենտրոնանում նոր ալգորիթմների կիրառական հարցերի շուրջ, մեթոդների տեսական հիմնավորումները վերաբրելով դասական կլաստերիզացիոն ալգորիթմների հատկություններին: Այսպիսով բաց են մնում ժամ. շարքերի մոդելներում կլաստերիզացիոն կոնկրետ ալգորիթմների կիրառելիության հարցերը և հատկությունները: Հենց վերջինների ուսումնասիրությանն է նվիրված ատենախոսությունը:

Աշխատանքի հիմնական արդյունքները: Կարճ ներկայացնելով 1-ին և 2-րդ գլուխները առկա մոդելների և մեթոդների ամփոփում է:

Այնտեղ տեղակայված են անհրաժեշտ սահմանումները և բովանդակալից կերպով ներկայացված են առկա կլաստերիզացիոն մեթոդները որոնք կիրառվում են ժամանակային շարքերում:

Հեղինակի հիմնական տեսական արդյունքները ներկայացված են 3-րդ գլխում: Այստեղ նահանսված է հեռավորության չափը (մետրիկան) որը ցույց է տալիս ինչքանով են իրարից տարբերվում 2 ժամանակային շարքերի պատահական պրոցեսները, կամ տրված երկու ժամանակային շարքերի ռեալիզացիաները (այսինքն՝ էմպիրիկ տվյալները): Առանձին մետրիկաներ են սահմանված ARMA, GARCH, ARMA-GARCH մոդելների համար:

Ցույց է տրված այդ մետրիկաների որոշ ցանկալի հատկություններ (մասնավորապես անընդհատությունը և ունակայնությունը):

Ելնելով սահմանված մետրիկայից առաջարկվել է կլաստերիզացիայի ալգորիթմ, որի արդյունքի գուգամիտումը ճիշտ կլաստերներին ապացուցված է հեղինակների կողմից: Այս պնդումը նաև սահմանափակում է հնարավոր սխալ եզրակացության հավանականությունը վերևից:

4-րդ գլխում արդեն ներկայացված են մոդելի կիրառությունները արտարժույթի շուկայի օրինակով:

Այս գլխում նաև կատարվել է սիմուլացված GARCH և ARMA մոդելների համար տարբեր կլաստերիզացիոն մեթոդների համեմատություն:

Փոխարժեքի օրինակում հեղինակը ունակ է եղել նաև հիմնավոր որոշ գլոբալ քաղաքական պատճառներով պայմանավորված կառուցվածքային փոփոխություններ, որոնք հեղինակը նկատել է (հիմնավորել է) կլաստերների կառուցվածքի փոփոխությամբ:

Բոլոր արդյունքները հակիրճ ներկայացված են ամփոփումում:

Աշխատանքի վերաբերյալ դիտողությունները և դիտարկումները:

Իմ դիտարկումները ես կբաժանեմ երկու խմբի՝ որոշ դիտողությունների և որոշ առաջարկների:

Աշխատանքի վերաբերյալ ես կանեմ հետևյալ դիտողությունները՝

- Աշխատանքում կան որոշ (քիչ քանակի) կոսմետիկ բնույթի բացթողումներ և սխալներ: Օրինակ՝ գրականության ցանկը պարունակում է մեկ կրկնություն: Էջ 52-ում գրված է $X^{(1)}, X^{(1)}$ երբ պետք է գրված լինեի $X^{(1)}, X^{(2)}$: Եվ նմանատիպ մի քանի այլ: Չցանկանալով կենտրոնանալ սրանց վրա, ես դրանք չեմ թվարկի: Դրանք բոլորն էլ ակնհայտ են և ընթերցողը համար չեն ստեղծում խոչընդոտներ:
- Աշխատանքում կան նաև հասկացություններ, որոնք օգտագործված են, բայց մինչ այդ սահմանված չեն: Օրինակ (1.5.1) բանաձևում N^* -ը նախապես սահմանված չէ: Ամեն դեպքում դրա նշանակությունը հասկանալի է կոնտեքստից: Մեկ այլ այդպիսի օրինակ է (2.1.1) բանաձևում “ (N, M) -warping path” հասկացությունը, որը արդեն ավելի դժվար հասկանալի է: Կարծում եմ հեղինակի պետք է մի քիչ ավելի շատ պարզաբաներ այս կտորը: Սակայն, հարկ է նշել, որ հետագայում այս հասկացությունը միայն կիրառական տեսանկյունից է օգտագործվում:
- Մեկ այլ դիտարկում վերաբերվում է տվյալների օգտագործմանը: Հեղինակը օգտագործել է փոխարժեքի շուկան որտեղ կատարել է ARMA մոդելավորում: Սակայն հեղինակը չի նշում թե ինչն է նա մոդելավորել ARMA – ով հենց փոխարժեքը, թե փոխարժեքի տոկոսային փոփոխությունը: Կարծում եմ, որ խոսքը պետք է գնա վերջինի մասին, քանզի ինքնին փոխարժեքը կարող է ստացիոնար չլինել: Ավելին՝ հեղինակի կողմից բերված աղբյուրների վերլուծությունները հենց լոգարիթմական եկամտաբերությունների վրա, ինչը հիշատակվում է նաև հեղինակի կողմից:

Կնշեմ նաև որոշ առաջարկներ հետագա ուսումնասիրության համար՝

- ◆ Հեղինակը առաջարկել է կլաստերիզացիոն ալգորիթմ, որը սկսում է կամայականորեն ընտրված առաջին դիտարկումից այն դարձնելով առաջին զամբյուղի կենտրոն: Ինձ հետաքրքիր է թե ինչքանով առաջին կետի ընտրությունն որոշիչ, թե զուգամիտման և թե սխալ գուշակման հավանականության վրա:
- ◆ Աշխատանքի հիմնական արդյունքները վերաբերվում են Գաուսյան սխալներով մոդելներին: Այդ դեպքում հայտնի է որ գոյություն ունի ֆունկցիա, որը իր մեջ պարունակում է անհրաժեշտ ամբողջ ինֆորմացիան մոդելի պարամետրերը գնահատելու համար (դա այսպես կոչված բավարար վիճականին է, որը առկա է էքսպոնենտական դասում):
Քանզի աշխատանքում որպես մետրիկա օգտագործվում է պարամետրերի գնահատականների միջև էվկլիդեսյան հեռավորությունը, իսկ գնահատականները դրանք ֆունկցիաներ են ընտրանքից, ստացվում է որ մոդելների հեռավորությունը հաշվարկվում է որպես տվյալների վրա մի քանի ֆունկցիաների տարբերությունների քառակուսիների գումար:
Արդյո՞ք ուսումնասիրվող մետրիկան կպահպանի իր հատկությունները, եթե դուրս գանք էքսպոնենտական ընտանիքից և մասնավորապես Գաուսյան դասից:
- ◆ Եվ վերջինը՝ հետաքրքիր կլինի իմանալ ինչքան երկար տվյալների շարքեր պետք է վերցնեն, ցանկալի բարձր ճշտությամբ (հավանականությամբ) ճիշտ կլաստերիզացնելու համար: Այլ կերպ ասած, հնարավոր է այդոք գնահատել զուգամիտման արագությունը:

Եզարակցություն: Կարծում եմ Ադամյան Գարիկի «Մոդելների վրա հիմնված ժամանակային շարքերի կլաստերիզացիա» ատենախոսությունը բավարարում է Ը.00.08 – «Տնտեսության մաթեմատիկական մոդելավորում» մասնագիտությամբ ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածուի աստիճանի հայցման պահանջներին և հեղինակն արժանի գիտական աստիճանի շնորհմանը:

Պաշտոնական ըննդիմախոս՝

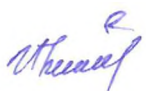
Վարդան Գևորգի Բարդախյան



Ֆիզ. մաթ. գիտությունների թեկնածու

Երևանի պետական համալսարան, դասախոս, ԱԱԳԼ ավագ գիտաշխատող:

Ստորագրությունը հաստատում էս

Մ. Վ. Հովհաննիսյան

11.12.2023