

## თამარ მახარობლიძე

### კომპიუტერული თარჯიმანი შესტურიდან სამეტყველო ენაზე

საგულისხმოა, რომ მიუხედავად მრავალი მცდელობისა (იხ. ქვემოთ, გამოყენებული ლიტერატურის არასრული სია) დღემდე არ არსებობს შესტური ენიდან სამეტყველო ენაზე მანქანური თარგმანის განმახორციელებელი კომპიუტერული პროგრამა. ამ საკითხის გადაჭრას უდიდესი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს ყრუთა თემებისათვის. ჩვენ მიერ შექმნილი ენჯინის პროგრამული კონცეფცია არის უნივერსალური ხასიათის და შესაძლებელია მისი გამოყენება სხვადასხვა შესტური ენის თარგმანისათვის.

ჩვენ გავიარეთ სხვადასხვა მიდგომები, ახალი ტექნოლოგიებით შევქმენით შესტური ენის სამუშაო მინი კორპუსი, ჩავიწერეთ 1600 სიტყვა-შესტის, შევქმენით დამოუკიდებელი სტატიკური შესტების ამომცნობი სისტემა, ჩამოვაცალიბეთ ნეიტრალური შესტის თეორია და საბოლოოდ მივედით დასკვნამდე, რომ ამ ტიპის თარჯიმანი უნდა შეიქმნას ნეირონეტების ბაზაზე და უნდა გაკეთდეს დინამიკური შესტების დამუშავების სისტემა.

შესტურიდან სამეტყველო ენაზე კომპიუტერული თარჯიმნის ენჯინის პროტოტიპის შესაქმნელად საჭიროა შესტების კომპიუტერული მოდელირება და აღწერა, ასევე კავშირების გამოვლენა და სამეტყველო სტრუქტურის დამუშავება, რომლის შესწავლითაც შეიქმნება მანქანური მთარგმნელი. არსებული მონაცემებით მოიაზრება ნეირონული ქსელის გაკეთება, რომელსაც შეეძლება წინადადებაში სიტყვა-შესტების ამოცნობა და თარგმნა (თუნდაც დაბალი მიახლოებით).

დასადგენია, თუ როგორ შეიძლება დამუშავდეს დინამიკური შესტები, როგორც სტატიკური შესტების ერთობლიობა ანუ მთლიანი სტრუქტურა, ე.წ. ნეიტრალური შესტებით (იგივე სპლიტერით) დანაწევრებული სტრუქტურა, თუ განზოგადებული აბსტრაქტული მონაცემი, რომელიც ექვემდებარება ნეირონული ქსელის მეთოდით შესწავლას.

თანამედროვე მანქანური სწავლება, ფაქტობრივად, ყოველთვის არის ხელოვნური ინტელექტი - კერძოდ, ნეირონული ქსელის აგება (NLP, TTS, STT, OCR და ა.შ.). შესაბამისად, ამ მეთოდის დანერგვა და გამოყენება შესტური ენების კომპიუტერული თარჯიმანისათვის პრობლემის მოგვარების მიზანშეწონილი გზაა.

უნდა აიგოს შესტების ტრანსლაციის ნეირონული ქსელი, თუმცა ამასთან ერთად აუცილებელია შესტური ენის აღწერის ქსელის შექმნაც. ეს ერთიანი ქსელური სისტემა ჩაატარებს ხშირად გამოყენებული შესტების გამოხშირვას, ფრაზების და სიტყვების პრედიქციას, ზოგადად ენის სტრუქტურის ტრანსლატორისთვის აუცილებელ მცირე აღწერას. უნდა მოხდეს შესტური ენის ინფორმაციის ნეირონული ქსელების შესწავლა. აგრეთვე უნდა მოისინჯოს ტექსტის ნეირონული ქსელებით აღწერისა და დამუშავების სისტემებიც. უნდა ჩამოყალიბდეს ყველაზე ხშირად გამოყენებადი ტექსტის მოდული (არა მხოლოდ სტატისტიკური მონაცემი არამედ ნეირონული ქსელი, რაც ჯერ არმომხდარი პროცესის ალბათობის შეტყობინებას იძლევა). შესაქმნელია შესტების ნეირონული ქსელი - არა პირადაპირ შესტების ერთმანეთთან შედარება და კოეფიციენტების დადგენა, არამედ ქსელმა უნდა იპოვოს არსებულ ნეირონებს შორის კავშირი, მსგავსება, შინაარსობრივი, თუ უშინაარსო ბმები. ასევე უნდა ჩატარდეს სისტემის წარმადობის რეალურ დროში ტესტირება.

ნეიტრალური შესტის თეორიის ინტეგრაცია უნდა მოხდეს შესტური ნეირონული ქსელის ფორმატში და ამ ხედვით დამუშავდეს შესტური ენების პროგრამული კორპუსების შექმნის კონცეფცია. მართებულია კონკრეტული შესტური ენების პროგრამული მინი-კორპუსების გაკეთება და ჩვენ მიერ შემუშავებული ენჯინის კონცეფციის გამოყენებით სხვადასხვა აპლიკაციების შექმნა.

ენჯინი ეწყობა ქართული შესტური ენისთვის, თუმცა ის თავიდანვე იწყობა ისეთ რეჟიმში, რომ ენის “ჩანაცვლება” მოხდეს მარტივად. მონაცემთა საწყისი სტრუქტურა არის ე.წ. შესტური ენის კორპუსი - ნეირონული ქსელი. პროგრამული ბირთვი ამ მონაცემებს გამოიყენებს აბსტრაქტული ობიექტების სახით, არა რაიმე მკაცრი სტრუქტურული დამოკიდებულებით. შესაბამისად, საბოლოო პროდუქტში მარტო ენის კორპუსის ჩანაცვლებით შესაძლებელი იქნება ახალ ენაზე გადართვა ყველანაირი დამატებითი პროგრამული ჩარევის გარეშე. არსებულ

სერვერზე ასინქრონულად იქნება გაშვებული პროცესი, რომელიც მუდმივად დაითვლის მონაცემებს და დაამუშავებს ინფორმაციას (პროცესორის სადღაც 20-50% დატვირთვით).

უნდა აღინიშნოს, რომ ჩამოსაყალიბებელია დეტალური მეთოდოლოგია, რომ მოხდეს შესტური ინფორმაციის ნეირონული ქსელების შესწავლა. ტექსტის ნეირონული ქსელებით აღწერისა და დამუშავების სისტემებში უნდა ჩამოყალიბდეს ყველაზე ხშირად გამოყენებადი ტექსტის ზოგადი მოდელი.

კვლევის ზოგადი მეთოდოლოგია ასეთია: იწყობა ნეირონული ქსელის მოდელი, რომელიც “სწავლობს” უკვე არსებულ შესტებს; იწყობა ნეირონებს შორის კავშირებისა და მანქანური სწავლების სისტემები დაგროვილი ინფორმაციის საფუძველზე. ასევე იწყობა მანქანური დამუშავების სისტემა. პროცედურულად სისტემა ყალიბდება ბლოკების სახით, რომ შეცდომის დაშვების დროს შესაძლებელი იყოს ცალკეული ბლოკის გადაწყობა.

ენჯინის ბლოკებია: შესტების ენის ლექსიკონი/კორპუსი, შესტების ხელოვნური ინტელექტით შესწავლის ბლოკი, შესტების “ტრენაჟორი” - ამ ბლოკით ხდება არსებული შესტების კორექტირება და მონაცემების განახლება. პროცესში მონაწილეობს მთარგმნელობითი ბლოკი და დაუმუშავებელი ინფორმაციის ბლოკი (ის ინფორმაცია, რომელიც სისტემამ ვერ ამოიცნო, ან “მოიშორა”, როგორც “ზედმეტი ინფორმაცია”). ეს ბლოკი, ფაქტობრივად, შეცდომების კოლექტორია, რომელიც ცალკე შეისწავლება. მნიშვნელოვანია თავად ბლოკების მაკავშირებელი (შეგვიძლია ვთქვათ, რომ ეს არის ცენტრალური ბირთვი - engine).

საბოლოო შედეგები დამოკიდებულია იმაზე, თუ რამდენად გამართული იქნება ნეირონული ქსელი და ზოგადად ხელოვნური ინტელექტის სისტემა. სავარაუდოდ, პირველ მიახლოებაში სპეციალურად გაკეთებულ შესტებს (იგულისხმება ნელა, შეყოვნებით და გარკვევით წარმოდგენილი შესტი და არა ჩვეულებრივი სასაუბრო ტემპით ილუსტრირებული) სისტემა ასინქრონულად ამოიცნობს 40-80% სიზუსტით.

ენჯინის შექმნის პროცესი მოიაზრებს ცდებს ბირთვებზე (Brain, Synaptic და Mind) (ასეულობით ნეირონი), მოდელის აწყობას და მანქანური სწავლების «მწრთვნელის» სისტემის აწყობას, ნასწავლი მასალის ანალიზის შემდეგ ასეულობით შესტის ჩაწერას, პარადიგმის,

მონაცემების ტიპისა და დამუშავების მეთოდის თეორიული კონცეპტების ჩამოყალიბებას, საბოლოოდ ქსელის კომპონენტების აწყობას და ე.წ. «მწვრთნელის» აწყობას, შესტების დადგენილი მეთოდით ჩაწერას და სისტემის შეკვრას.

ჟესტურიდან სამეტყველო ენაზე კომპიუტერული თარგმანის ენჯინმა უნდა მოახერხოს ასინქრონულად (ანუ შეყოვნებით საშუალოდ 10-30 წამის შუალედით) შესტების გამოცნობა ჟესტური ენის საუბრისას. საუკეთესო შემთხვევაში გამოცნობის მიახლოება იქნება 70-80%, უარეს შემთხვევაში კი - 30-40%

### გამოყენებული ლიტერატურა

1. Chuan, Ching-Hua, Eric Regina, and Caroline Guardino. "American Sign Language recognition using leap motion sensor." Machine Learning and Applications (ICMLA), 2014 13th International Conference on. IEEE, 2014
2. Justino, Edson JR, Flávio Bortolozzi, and Robert Sabourin. "A comparison of SVM and HMM classifiers in the off-line signature verification." Pattern recognition letters 26.9 (2005): 1377-1385.
3. Li, Yi. "Hand gesture recognition using Kinect." 2012 IEEE International Conference on Computer Science and Automation Engineering. IEEE, 2012.
4. Murata, Tomoya, and Jungpil Shin. "Hand gesture and character recognition based on kinect sensor." International Journal of Distributed Sensor Networks 2014 (2014).
5. Marin, Giulio, Fabio Dominio, and Pietro Zanuttigh. "Hand gesture recognition with jointly calibrated Leap Motion and depth sensor." Multimedia Tools and Applications (2015): 1-25.
6. McCartney, Robert, Jie Yuan, and Hans-Peter Bischof. "Gesture Recognition with the Leap Motion Controller." Proceedings of the International Conference on Image Processing, Computer Vision, and Pattern Recognition (IPCV). The Steering Committee of The World Congress in Computer Science, Computer Engineering and Applied Computing (WorldComp), 2015.
7. Nowicki, Michał, et al. "Gesture recognition library for Leap Motion controller." Bachelor thesis. Poznan University of Technology, Poland (2014)
8. Tang, Matthew. "Recognizing hand gestures with microsoft's kinect." Palo Alto: Department of Electrical Engineering of Stanford University:[sn] (2011).
9. Yang, Jie and Yangsheng, Xu. Hidden markov model for gesture recognition. No. CMU-RI-TR-94-10. CARNEGIE-MELLON UNIV PITTSBURGH PA ROBOTICS INST, 1994. [http://www-preview.ri.cmu.edu/pub\\_files/pub3/yang\\_jie\\_1994\\_1/yang\\_jie\\_1994\\_1.pdf](http://www-preview.ri.cmu.edu/pub_files/pub3/yang_jie_1994_1/yang_jie_1994_1.pdf)
10. Yin, Ying. Real-time continuous gesture recognition for natural multimodal interaction. Diss. Massachusetts Institute of Technology, 2014.
11. Gao Wen and Chunli Wang. "Sign language recognition." Series in Machine Perception and Artificial Intelligence 48 (2002): 91-120.

კვლევა განხორციელდა შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის  
ფინანსური მხარდაჭერით, 216702 „ქართული ჟესტური ენის ზმნის  
მორფოლოგია“

**Tamar Makharoblidze**

### **Computer Translator from sign into spoken languages**

At present, the creation of a computer translator from sign languages to spoken languages and vice versa is a challenge for scientists, since, despite the great interest in this problem and many attempts, a computer translator from the sign into the spoken languages has not yet been developed. The present paper theoretically puts the light on sign language recognizing systems. The paper provides an overview of the conception of an engine for sign recognizing systems. This engine concept can also be used for any other sign language computer translators.

**Keywords:** *Sign languages; sign recognizing; computational linguistics*