

Տ.Բ. ԽԱՉԱՏՐՅԱՆ

ԻՆՔՆԱՎԱՐ ՀԱՄԱԿԱՐԳԵՐՈՒՄ ՊԱՏԿԵՐԻ ԽՈՐՈՒԹՅԱՆ
ՆՈՒՅՆԱԿԱՆԱՑՄԱՆ ՀԱՄԱՐ ՇԱՐԺՈՒՄԻՑ ՊԱՏԿԵՐԻ ՏԵՂԱՓՈԽՈՒԹՅԱՆ
ՀՈՒՇԻՉԻ ԻՆՏԵԳՐՈՒՄԸ

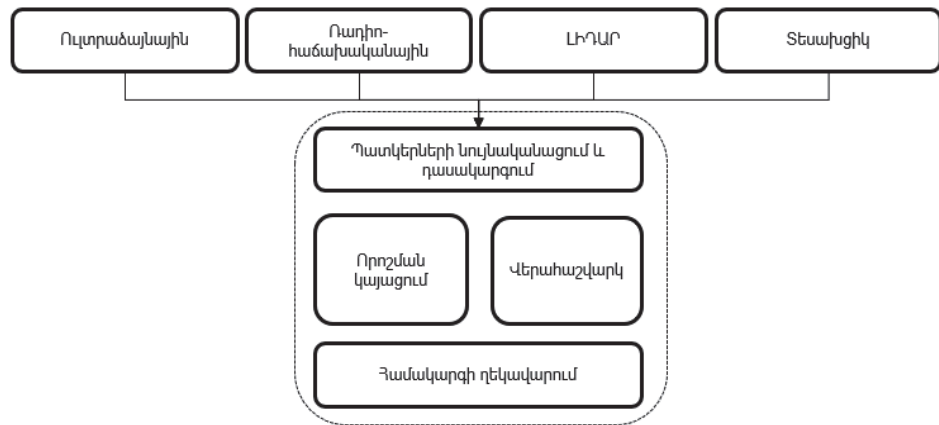
Թեև ժամանակակից ինքնավար համակարգերի շարժման, տարածության մեջ կողմնորոշման ավտոմատացված համակարգերի հիմքում ընկած միջոցներն արագորեն զարգանում են, այնուամենայնիվ, դեռևս չեն հասել անվտանգության անհրաժեշտ նշանոցը: Պատկերների ճանաչման արհեստական բանականության միջոցն այդ համակարգերի մի մասն է կազմում: Իսկ, մասնավորապես, պատկերի խորության ճանաչումը կամ, այլ կերպ ասած, դիտարկող սուբյեկտից (տեսանկարահանող սարք) օբյեկտների հեռավորության հայտնաբերումը հանդիսանում է եռաչափ պատկերների վերլուծության հիմնական բաղադրիչը: Խորությունը թույլ է տալիս եզրահանգումներ անել իրերի հեռավորության, վերադասավորության մասին: Խորության միջոցով որոշվում են շարժական ինքնավար համակարգերի շարժումը, ուղղությունն ու արագությունը:

Աշխատանքում քննարկված են դիտարկողի տեսողական բնութագրերը և դրանց նախկինում չքննարկված այնպիսի համադրումներն արհեստական բանականության ներդրոնային ցանցում, որը կարող է հանգեցնել խորության ճանաչման բարելավմանը:

Առաջադիմ բառեր ինքնավար համակարգ, արհեստական բանականություն, պատկերի խորություն, ներդրոնային ցանց

Ներածություն: Ժամանակակից ինքնավար համակարգերը բաղկացած են մի քանի հիմնական զգայունակ բաղադրիչներից, ինչպիսիք են տեսախցիկները, տարբեր ռադիոհաճախականային ռադարները, լազերային ռադարները (լիդարները) և այլն, որոնք կիրառվում են որպես մեկ ընդհանուր համակարգ՝ փորձելով լրացնել առանձին վերցրած մեկ զգայունակի սահմանափակումները [1]: Բայց այս բոլոր համակարգերի համադրումն ինքնին թանկացնում է դրանց կիրառումը: Ուստի մեկ համակարգի ունակությունների լավացումը, որը կնպաստի մյուս բաղկացուցչի բացառմանը, կարևոր խնդիր է և՛ անվտանգության գործոնի, և՛ լայնորեն ներդրման անհրաժեշտության առումով: Աշխատանքում դիտարկվում են արհեստական բանականության կիրառման այնպիսի մոտեցումներ, որոնք ուղղված են պատկերների ճանաչման հնարավորությունների ավելացմանը՝ կենտրոնանալով պատկերի խորության ճանաչման առավել ճկուն մոտեցումների վրա: Այդ մոտեցումները դիտարկվել են՝ հիմնված մարդու և կենդանիների պատկերների խորության ճանաչման մոդելի վրա:

Ինքնավար համակարգերը: Ինքնավար համակարգերը բաղկացած են ինչպես զգայունակներից, այնպես էլ այդ զգայունակների տվյալների մշակման միավորից (նկ.1): Զգայունակներն են տեսախցիկները, տարբեր ուլտրաձայնային, ռադիոհաճախականային ռադարները, լազերային ռադարները (լիդարները):



Նկ. 1. Ինքնավար համակարգերի կառուցվածքը

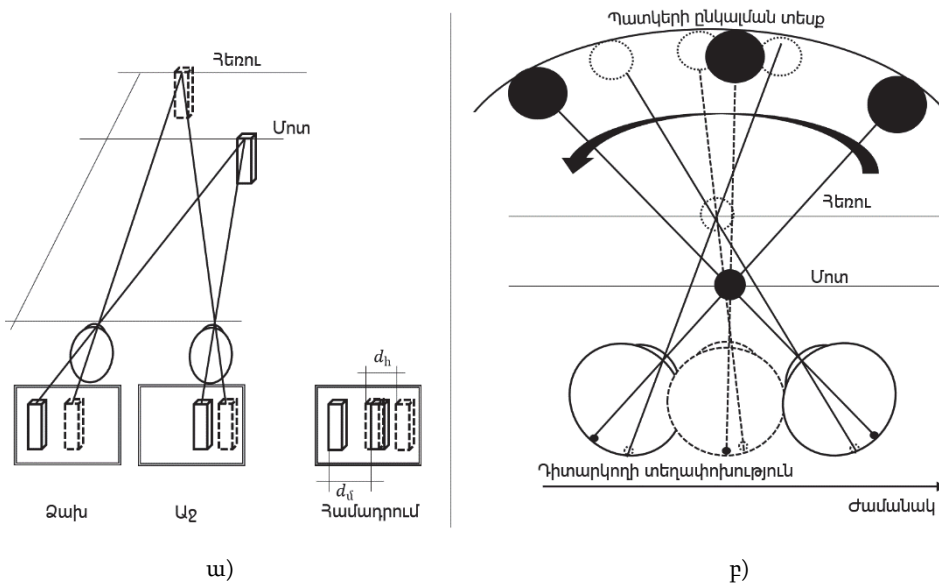
Չմանրամասնելով զգայունակներից յուրաքանչյուրի աշխատանքի սկզբունքը և նշանակությունը համակարգում, կարելի է ասել, որ դրանց համատեղ կիրառումը բավականին թանկ լուծում է [2]: Մակայն կիրառության այդ մոդելը առաջադրված է ինքնավար համակարգերի չորրորդ մակարդակի անվտանգության պահանջից [3]:

Տեսողական համակարգի խորության ընկալման բնույթը. Պատկերի խորության ընկալումն այն տեսողական ունակությունն է, որը թույլ է տալիս տեսնել եռաչափ (3D) և տարբերակել օբյեկտների հեռավորությունը միմյանցից: Խորության ընկալումը ծագում է խորությունը հուշող տարբեր գործոններից: Դրանք դասվում են երկկապիճային և միակապիճային հուշիչների շարքը: Երկկապիճային հուշիչները հիմնված են երկու աչքից ստացված զգայական՝ եռաչափ տեղեկատվության վրա: Միակապիճային հուշիչները հիմնված են երկչափ տեղեկատվության վրա. կարող են ստացվել մեկ աչքից:

Երկկապիճային հուշիչներից է երկկապիճային անհամատեղելիությունը: Կենդանիները, որոնց աչքերը տեղակայված են դեմքի դիմային հատվածում, այլ ո՛չ կողային, յուրաքանչյուր ցանցաթաղանթում տարբերվող պրոյեկցիաների շնորհիվ խորության եզրահանգման հնարավորություն ունեն: Օգտագործելով երկու նկարները, միևնույն պատկերի վերաբերյալ տարբեր անկյուններից (աջ և ձախ աչքերից) վերցրած, եռանկյունաչափորեն հնարավոր է եզրահանգում անել խորության վերաբերյալ (նկ. 2 ա): Երբ օբյեկտը հեռու է, չափվող անկյունն ավելի

փոքր է, երբ մոտ է՝ մեծ: Կան ևս մի քանի երկկապիճային հուշիչներ, ինչպիսիք են՝ մկանային կծկման համընկնումը կամ երկցանցաթաղանթային ստվերը, բայց դրանք չեն քննարկվի այս աշխատանքի շրջանակներում՝ թողնելով որպես հետագա հետազոտությունների առարկա:

Միակապիճային հուշիչներից է շարժումից պատկերի տեղափոխությունը: Դիտարկող համակարգի շարժումից բխող դիտարկվող օբյեկտների տեղափոխությունը հանդիսանում է խորության հուշիչ: Պատկերում ավելի շատ տեղափոխություն են կրում ավելի մոտ օբյեկտները (նկ. 2 բ): Բացի այս, կան մի քանի այլ միակապիճային հուշիչներ ևս, որոնք թեև կթվարկվեն, սակայն մանրամասն քննարկման չեն ենթարկվի այս աշխատանքի շրջանակներում՝ թողնելով հետագա հետազոտության առարկա: Այդպիսիք են՝ դիտարկվող օբյեկտի շարժումը, կինետիկ էֆեկտը, հեռանկարի փոփոխությունը, հարաբերական չափի փոփոխությունը, ծանոթ չափի փոփոխությունը, բացարձակ չափի փոփոխությունը, մթնոլորտային հեռանկարի փոփոխությունը, տեղավորումը, միջտեղակայումը, մանրամասնության փոփոխությունը, լուսավորությունը և ստվերը, կիզակետից դուրս աղավաղումը, բարձրությունը պատկերում և այլն:



Նկ. 2 Խորության ընկալումը երկկապիճային անհամատեղելիության (ա) և շարժումից պատկերի տեղափոխության (բ) միջոցով

Անդրադարձ խորության նույնականացման առկա մեթոդներին : Խորության նույնականացման համար ներկայումս ամենալայն կիրառություն են ստացել այն մեթոդները, որոնք հիմնված են երկկապիճային հուշիչների օգտագործ-

մամբ խորության ճանաչման վրա: Այլ կերպ ասած, տեսախցիկի պարագայում նեյրոնային ցանցը վարժեցվում և կիրառվում է միաժամանակ գրանցված երկու տարբեր տեսախցիկների պատկերների անհամատեղելիության հիման վրա, պատկերի խորությունը գտնելու եղանակով: Այդպիսի մեթոդներ դիտարկված են շատ աշխատանքներում [4-6]:

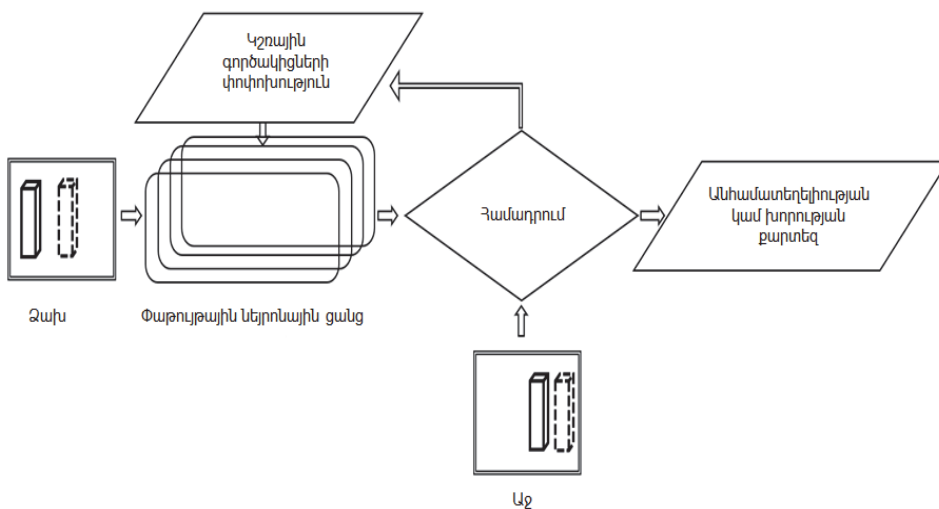
Ինչպես արհեստական բանականության օգտագործման որևէ այլ ոլորտում, այստեղ նույնպես պետք է քննարկման ենթարկել նեյրոնային ցանցի և՛ վարժեցման, և՛ կիրառման գործընթացների առանձնահատկությունները՝ դրանց տեսական և գործնական ներդրման հնարավորությունների ճշգրիտ գնահատման և հետագա առաջարկությունների համար:

Խորության նույնականացման վարժեցումը. Խորության նույնականացումը նեյրոնային ցանցին վարժեցնելու մոտեցումները դասակարգվում են երկու խմբի՝ վերահսկվող և չվերահսկվող:

Վերահսկվող վարժեցումը տեսականորեն կարող է ապահովել բարձր ճշտություն [7]: Սակայն գործնականում վերահսկվող վարժեցման կազմակերպման համար անհրաժեշտ են բարձր ճշտությամբ հավաքված խորության տվյալներ: Դրանք կարելի է ստանալ միայն թանկարժեք զգայունակներից, ինչպիսիք են լիդարները, որոնք ունակ են լազերի միջոցով հավաքագրելու հեռավորության տվյալներ [8]: Այս հանգամանքը թանկացնում է վերահսկվող վարժեցմանման տարբերակը և լայն կիրառության առումով բարդություններ առաջացնում: Այդ իսկ պատճառով այսօր լայն կիրառություն են ձեռք բերել չվերահսկվող վարժեցման տարբերակները: Պատահական չէ, որ հենց այդ մոտեցումն է նաև որդեգրել «Տեսլա» հայտնի ընկերությունը՝ հրաժարվելով թանկարժեք զգայունակներից: Այս աշխատանքում նույնպես հետագա քննարկման առարկա է հանդիսանալու չվերահսկվող վարժեցման եղանակը:

Ինչպես արդեն նշվեց, ներկայումս ավելի լայն կիրառություն են ստացել երկկարպիճային հուշիչներով խորության ճանաչման եղանակները: Այդ եղանակի համար չվերահսկվող վարժեցման գործընթացը պահանջում է տվյալների հավաքածու, որի յուրաքանչյուր տարրը ներկայացնում է պատկերների զույգ (տեսարանի աջ և ձախ պատկերները՝ ստացված երկու տեսախցիկներից): Եղանակի հիմքում ընկած է էպիպոլյար երկրաչափությունը, որը խորության գնահատման խնդիրը վերաձևակերպում է որպես աջ և ձախ նկարների միջև անհամատեղելիության հայտնաբերման խնդիր: Գտնելով ձախ պատկերի բոլոր կետերի շեղվածությունը աջ նկարում համապատասխան կետերի նկատմամբ, կարող ենք ձախ նկարից ստանալ աջ նկարը՝ այն շեղելով համապատասխան կետերի տարբերությունների չափով: Դա իրականացվում է տարածական փոխակերպման ցանցի միջոցով [9]: Աջ և ձախ պատկերներում անհամատեղելիությունները

գտնելու խնդիրը հնարավոր է բերել պատկերի վերակառուցման խնդրին, որը լուծվում է ավտոկոդավորիչի կառուցվածք ունեցող նեյրոնային ցանցով [10]: Նեյրոնային ցանցի վարժեցման համար որպես կորստի ֆունկցիա օգտագործվում է վերակառուցված և իրական պատկերների տարբերությունների ստուգման ֆունկցիան, ինչպես նաև վերակառուցված պատկերի աջից ձախ համապատասխանության ստուգման ֆունկցիան [11]: Ըստ հաշվարկված տարբերությունների՝ կատարվում է ցանցի կշռային գործակիցների փոփոխություն (նկ. 3):



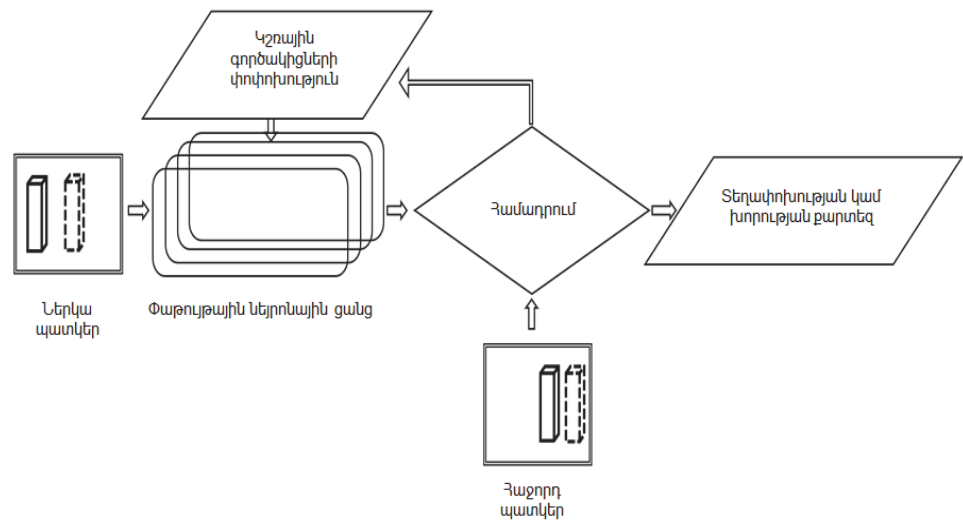
Նկ. 3. Երկկապիճային հուշիչով խորության հայտնաբերման նեյրոնային ցանցի կառուցվածքը

Խորության ճանաչման կիրառումը կամ առերեսումը. Առաջարկվող մեթոդներում, սակայն, ցույց չեն տրված շարժման կամ հարաբերական մեծ արագությունների պարագայում թեստավորման արդյունքները, բայց նշվում է, որ այս մոդելի թերություններից է այն, որ նեյրոնային ցանցը գրանցում է լավ արդյունքներ համեմատաբար անշարժ տեսարանների դեպքում (օբյեկտների շարժումները շատ քիչ են կամ բացակայում են): Դրա պատճառն այն է, որ խորությունների քարտեզը ստացվում է երկու պատկերից, որոնք միաժամանակ են գրանցված, ինչը նշանակում է՝ նրանք չունեն շարժման վերաբերյալ տեղեկատվություն:

Միակապիճային հուշիչով խորության ճանաչման մեթոդը՝ հիմնված երկկապիճային հուշիչի համար նախատեսված նեյրոնային ցանցի վրա: Ինքնավար համակարգերի պարագայում շարժումը և շարժման ընթացքում օբյեկտների տեղափոխությունը կարևոր հանգամանքներ են համակարգի որոշումների կայացման և հետագա ղեկավարման համար: Այդ պատճառով առաջարկվում է վերևում բերված ցանցի վարժեցման համար երկկապիճային հուշիչի փոխարեն օգտա-

գործել միակապիճային՝ շարժումից պատկերի տեղափոխության հուշիչը, որը շատ հետազոտություններում դիտարկվում է որպես պատկերների խորության նույնականացման արդյունավետ ներդրողական միջոց:

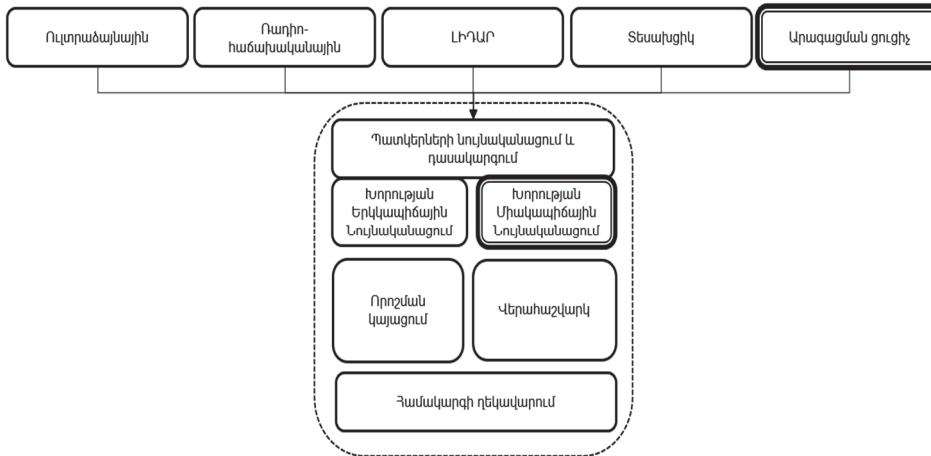
Նկ. 3-ում ներկայացված պարզեցված ներդրային ցանցի պարագայում, որպեսզի այն հարմարեցվի միակապիճային հուշիչով խորության ճանաչմանը, անհրաժեշտ է միայն փոփոխել մուտքային տվյալները. աջ և ձախ նկարների փոխարեն տրամադրել տեսանկարահանման միջոցով ստացված իրար հաջորդող՝ առկա և հաջորդ պատկերները, քանի որ տեսանկարահանման պարագայում իրար հաջորդող պատկերները պարունակում են շարժման մասին տեղեկություն (նկ. 4):



Նկ. 4. Միակապիճային հուշիչով խորության հայտնաբերման ներդրային ցանցի կառուցվածքը

Այս պարագայում վարժեցված ցանցը կպարունակի միայն խորության տեղափոխության տեղեկություն՝ երկկապիճայինի փոխարեն: Այդ պատճառով, որպեսզի պահպանվի երկկապիճային տեղեկությունը նույնպես, անհրաժեշտ է դիտարկել այս մոտեցումների համակցումը մեկ ցանցում:

Առաջարկվող համակարգային մոտեցումը: Այսպիսով, ելնելով միակապիճային խորության ճանաչման՝ դիտարկողի շարժումից բխող պատկերի տեղափոխության բնույթից, որպես համակարգային բարելավում առաջարկվում է հետևյալ ճարտարապետությունը (նկ. 5):



Նկ. 5. Առաջարկվող մոտեցմամբ ինքնավար համակարգի կառուցվածքը

Այսիպիսի ճարտարապետության առանձնահատկությունը խորության հայտնաբերման ընտրովի գործակցային սկզբունքն է: Համակարգում ավելացված արագացման ցուցիչը հնարավորություն է տալիս արագությունից կախված որոշել նույնականացման միակապիճային և երկկապիճային տարբերակների ազդեցության չափը:

REFERENCES

1. **Chen J., Abbod M.F., Shieh J.S.** Integrations between Autonomous Systems and Modern Computing Techniques: A Mini Review// Sensors 2019.- 19(18).- 3897.
2. **Kadambi A., Bhandari A., Raskar R.** 3D Depth Cameras in Vision: Benefits and Limitations of the Hardware// Computer Vision and Machine Learning with RGB-D Sensors.-2014 - P. 3-26.
3. **Reschka A.** Safety Concept for Autonomous Vehicles// Autonomous Driving. Technical, legal and Social Aspects.-2016. - P. 473-496.
4. **Garg R., BG V.K., Carneiro G., Reid I.** Unsupervised CNN for Single View Depth Estimation: Geometry to the Rescue// ECCV.- 2016. - P. 740-756.
5. **Liu G., Jiang G., Xiong R., Ou Y.** Binocular Depth Estimation Using Convolutional Neural Network With Siamese Branches// IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics (ROBIO).- 2019. - P. 1717-1722.
6. **Radvanyi A.G., Kozek T., Chua L.O.** CNN solution for depth estimation from binocular stereo imagery// Fifth IEEE International Workshop on Cellular Neural Networks and their Applications.-1998. - P. 218-223.

7. **Eigen D., Puhrsch C., Fergus R.** Depth Map Prediction from a Single Image using a Multi-Scale Deep Network// Advances in Neural Information Processing Systems.- 2014. - P. 2366-2375.
8. **Kocić J., Jovičić N., Drndarević V.** Sensors and Sensor Fusion in Autonomous Vehicles// 26th Telecommunications Forum (TELFOR).- 2018. - P. 420-425.
9. **Jaderberg M., Simonyan K., Zisserman A.** Spatial Transformer Networks// Advances in Neural Information Processing Systems.- 2015. - P. 2017-2025.
10. **Baldi P.** Autoencoders, Unsupervised Learning, and Deep Architectures// JMLR: Workshop and Conference Proceedings.-2012. - P. 37-50.
11. **Godard C., Mac Aodha O., Brostow G.J.** Unsupervised Monocular Depth Estimation with Left-Right Consistency// Computer Vision and Pattern Recognition.-2017. – P. 6602-6611.

Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարան: Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն 26.02.2020:

Т.Б. ХАЧАТРЯН

ИНТЕГРАЦИЯ ПАРАЛЛАКСА ДВИЖЕНИЯ В АВТОНОМНЫХ СИСТЕМАХ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ГЛУБИНЫ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Несмотря на то, что основные средства современных автономных систем: движение и автоматизированная система ориентирования в пространстве, быстро развиваются, однако они пока не достигли необходимого уровня безопасности. Искусственный интеллект является частью этих систем. В частности, распознавание глубины изображения или, иными словами, обнаружение расстояний от блока наблюдения (видеокамера) до объектов является ключевым компонентом анализа трехмерного изображения. Глубина изображения позволяет делать выводы о расстоянии между предметами, их перестановке и является ключевым компонентом в определении движения, направления и скорости мобильных автономных систем.

Обсуждаются визуальные характеристики наблюдателя и их не исследованные ранее такие комбинации в искусственной нейронной сети, которые могут привести к улучшению распознавания глубины.

Ключевые слова: автономная система, искусственный интеллект, нейронная сеть, глубина изображения.

T.B. KHACHATRYAN

**MOTION PARALLAX INTEGRATION INTO AUTONOMOUS SYSTEMS FOR
IMAGE DEPTH IDENTIFICATION**

Although the main means of modern autonomous systems - motion and the automated system of spatial orientation improve quickly, they have not yet reached the required level of security. Artificial intelligence is a part of those systems. In particular, image depth recognition, or in other words, the detection of distances between the objects and the observation block is a key component of the three-dimensional image analysis. Depth allows to draw conclusions about the distance, rearrangement of things. It is, therefore, a key component in determining the movement, direction and speed of mobile autonomous systems.

The visual characteristics of the observer and their combinations not studied before are discussed in an artificial neural network which can improve the recognition depth.

Keywords: autonomous system, artificial intelligence, image depth, neural network.