GROUPE RENAULT

TCR AVA 0 52
Technocentre, 1 Avenue du Golf
78288 Guyancourt Cedex
France

Téléphone : +33 (0)1 768 28 550
e-mail : vicente.milanes@renault.com

March 27, 2019

Al-Farabi Kazakh National
University
050040, Almaty, al-Farabi av., 71
Kazakhstan

Review of foreign scientific supervisor for the thesis of Aidos Ibrayev
"Development of methods and algorithms for improving accuracy of inertial satellite navigation system"

The thesis of Mr. Ibrayev is devoted to integrating GPS with low cost inertial sensors and odometry for using in vehicular navigation and investigating methods for improvement of its performance. Such hybridization of INS and GPS measurements can greatly reduce the shortcomings of each standalone system to provide increased reliability and accuracy. The GPS estimates of position and velocity are used to restrict the growth of the INS errors over time and allow estimation of the inertial sensor errors. The INS provides highly accurate short-term navigation information at a high data rate, which can also be used to aid GPS ambiguity resolution, correct cycle slips and bridge periods when there is no signal reception.

Chapter 1 of the thesis describes various positioning systems and their operating concepts and then summarizes their advantages and disadvantages for application in a hybrid system. Six position and nine position static calibration methods of IMU sensors are described and tested.

The second chapter deals with INS/GPS/Odometry hybridization models. It explains the use of dynamic error equations in the Kalman filter, based on differential linearization for position, velocity, and orientation errors. Various techniques for improving the accuracy of INS / GPS systems are also discussed. In the case of loss of GPS data, one proposes to integrate INS and odometry with constraints on the model of the vehicle.

Chapter 3 presents the experimental results and their analysis. The results of integration of INS/GPS/Odometry have been analyzed. The experimental data has been received using the Cybus intelligent car of INRIA (Paris-Roquencourt, France), as well as a database of automated transport sensors from the KITTI (Karlsruhe, Germany).

The research carried out by A. Ibrayev indicates that the author has good knowledge of the scientific analysis and possesses a sufficiently high level of readiness for carrying out scientific research in the field of inertial and satellite navigation. I believe that A. Ibrayev deserves to be awarded the degree of Ph.D.

Yours faithfully,

Vicente Milanes
Research Engineer
RENAULT SAS
Guyancourt, France

Группа Рено
(Логотип)

TCR AVA 0 52
Техноцентр, 1 Avenue du Golf
78288 Guyancourt Cedex
Франция

Телефон : +33 (0)1 768 28 550
Почта : vicente.milanes@renault.com

27 наурыз 2019 ж.

Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық
Университеті
Әл-Фараби даңғылы, 71, Алматы, 050040,
Қазақстан

Айдос Ибраевтың «Инерциалдық-спутниктік навигациялық жүйелердің дәлдігін арттыру тәсілдері мен алгоритмдерін жасау» атты диссертациялық жұмысына шетелдік ғылыми жетекшісінің пікірі

Ибраев мырзаның диссертациялық жұмысы көліктік навигацияда қолдану үшін GPS-ті арзан инерциалдық датчиктер және одометриямен интеграциялауға және оның тиімділігін арттыру әдістерін зерттеуге арналған. ИНЖ және СНЖ өлшемдерін бұлайша гибридизациялау жекелеген әрбір жүйенің кемшіліктерін айтарлықтай төмендетіп, жоғары сенімділік пен дәлдікті қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. GPS-тің орналасу және жылдамдықты бағалаулары ИНЖ қателіктерінің уақыт бойынша өсуін шектеу үшін қолданылады. ИНЖ GPS-тің бірмәнді еместігін шешу үшін, циклдың секіруі және сигнал қабылдауы болмаған кездегі «көпір периодтарын» түзету үшін қолдануға болатын қысқа мерзімді жоғары дәлдікті навигациялық ақпаратты жоғары жиілікпен қамтамасыз етеді.

Диссертациялық жұмыстың 1-тарауында әртүрлі позициялау жүйелері және олардың жұмыс істеу концепциялары сипатталып, содан кейін оларды гибридтік жүйеде қолданудағы артықшылықтары мен кемшіліктеріне шолу жасалады. Инерциалдық датчиктерді алты позициялық және тоғыз позициялық статикалық калибрациялау тәсілдері сипатталып, сынақтан өткізілген.

Екінші тарауда ИНЖ/СНЖ/Одометрия гибридизациясының модельдері қарастырылады. Онда Калман фильтріндегі позиция, жылдамдық және ориентация қателіктеріне негізделген динамикалық қателік теңдеулері түсіндіріледі.Сондай-ақ, ИНЖ/СНЖ жүйелерінің дәлдігін арттырудың әртүрлі тәсілдері қарастырылады. GPS деректері жоғалған жағдайда, көлік құралының үлгісіндегі шектеулермен ИНЖ және одометрияны біріктіру ұсынылады.

3-тарауда тәжірибелік сынақ нәтижелері және оларды талдау ұсынылады. ИНЖ/СНЖ/Одометрия интеграциясының нәтижелері талданды. Тәжірибелер INRIA (Париж-Рокенкур, Франция) ғылыми зерттеу орталығының Cybus интелектуалды автокөлігі арқылы жүзеге асырылды, сондай-ақ KITTI (Karlsruhe, Germany) институтының автоматтандырылған көліктерінің датчиктерінен алынған мәліметтер базасы қолданылды.

А.Ибраев жүргізген зерттеу автордың ғылыми талдауды жақсы меңгергендігін және инерциялық және спутниктік навигация саласында ғылыми зерттеулер жүргізу үшін жеткілікті жоғары деңгейдегі дайындыққа ие екендігін көрсетеді. А.Ибраев Ph.D доктор дәрежесін алуға лайық деп есептеймін.

Құрметпен,
Висенте Миланес
Зерттеуші-инженер
RENAULT SAS
Гиянкур, Франция

Осы аударма ағылшын тілінен қазақ тіліне аудармашы Ибрашова Айгерим Берикбаевнамен орындалды.

Қолы: _____

Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы. Алтыншы мамыр, екі мың он тоғызыншы жыл. Мен, Асылбекова Жазира Амирековна, Қазақстан Республикасы Әділет Министрлігімен 27.04.2004 жылы берілген №0001830 мемлекеттік лицензия негізінде әрекет етуші Алматы қаласының нотариусы, маған белгілі аудармашы Ибрашова Айгерим Берикбаевна менің көзімше қойылған қолын растаймын. Оның жеке басы анықталды, қабілеттілігі тексерілді.

Тізілімде №_3511_ тіркелді

Нотариусқа төленген сомма: 1339 тенге

Нотариус

КАЗАХСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ * Жеке нотариус * Частный нотариус * Асылбекова Жазира Амирековна * 27 сәуір 2004 жылы Қазақстан Республикасы Әділет министрлігі берген №0001830 лицензияның негізінде * Алматы қаласы * РЕСПУБЛИКАСЫ КАЗАХСТАН

Нөмірленген және бауыз қылынған
Пронумеровано и прошнуровано на
1 (одном) страницах
Нотариус

