

УДК 681.513

Юрій Шепету́ха, к.т.н., с.н.с., Олександр Волков, Микола Комар

Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем
Національної академії наук України та Міністерства освіти і науки України, Київ

ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЯ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖ У СИСТЕМАХ АВТОНОМНОГО УПРАВЛІННЯ РУХОМ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Проаналізовано підходи до інтелектуалізації сенсорних мереж, що є важливою складовою створення інтелектуальних технологій та систем автономного управління рухом транспортних засобів у складних навігаційних ситуаціях.

Ключові слова: сенсорна мережа, інтелектуальне управління, розпізнавання об'єктів, оптичний сенсор, штучний інтелект.

Yuriy Shepetukha, Oleksander Volkov, Mykola Komar

INTELLECTUALIZATION OF SENSOR NETWORKS IN THE SYSTEMS FOR AUTONOMOUS CONTROL OF VEHICLES MOVEMENT

The work is devoted to analysis of approaches to sensor networks' intellectualization, which is an important component in the creation of intelligent technologies and systems for autonomous control of vehicles movement in complex navigational situations.

Keywords: sensor network, intelligent control, object recognition, optical sensor, artificial intelligence.

Одним із найбільш перспективних напрямків розвитку інтелектуальних інформаційних технологій є інтелектуалізація управління динамічними об'єктами та процесами. Нові підходи до управління можуть бути впроваджені, зокрема, для забезпечення автономного інтелектуального управління різними типами транспортних засобів у складних навігаційних ситуаціях. Подібні ситуації характеризуються високою щільністю руху транспортних засобів, дії кожного з яких плануються та виконуються у відповідності зі своїми цілями, завданнями та пріоритетами. Особливістю таких задач управління є те, що їх необхідно вирішувати в реальному масштабі часу - навіть за умов значної інтенсивності руху та у критичних режимах функціонування. Ще однією принциповою відмінністю цих задач є важкість або взагалі принципова неможливість отримання повної та достовірної інформації про стан поточної навігаційної ситуації. При цьому рівень невизначеності істотним чином впливає на структуру формування найбільш ефективних підходів до обробки наявних даних та організації інформаційного забезпечення процесів управління. Необхідно також враховувати, що характерною рисою багатьох задач інтелектуального управління є розосередження відповідних прикладних процесів та інформаційних складових. Тому інтелектуальне управління розподіленими динамічними об'єктами передбачає організацію комп'ютерно-комунікаційних мереж, які забезпечують інтеграцію локальних засобів обробки даних із розподіленими у просторі інформаційними та функціональними компонентами.

Принципова обмеженість інформаційних ресурсів систем управління обумовлює доцільність поетапної структуризації наявних даних щодо суттєвих компонентів поточної навігаційної ситуації - з метою послідовного поліпшення інформаційного забезпечення процесів управління. При цьому необхідно інтегрувати наступні три складові такого інформаційного забезпечення: інформація про суттєві характеристики зовнішнього середовища; інформація про стан внутрішніх ресурсів системи управління;

інформація про наявний досвід функціонування системи в даному середовищі. Різним типам ситуацій відповідають різні співвідношення між ступенями важливості вищезазначених інформаційних складових. Можливість комунікації та інформаційного обміну сприяє поліпшенню рівня інформаційного забезпечення процесу управління, а також може надавати можливість для кооперативного групового управління відносним позиціонуванням рухомих об'єктів [1]. В той же час досить часто мають місце випадки, коли, з низки об'єктивних та суб'єктивних причин, необхідно аналізувати навігаційні ситуації та здійснювати управління рухом в умовах обмеження можливостей обміну інформацією з диспетчерськими пунктами та з іншими транспортними засобами. За таких обставин особливе значення має наявність своєчасної та достовірної інформації про важливі параметри та характеристики зовнішнього середовища. Саме на основі таких відомостей здійснюється вибір найбільш ефективного варіанту автономного управління. Отримання цієї критичної для функціонування системи інформації може бути здійснено шляхом побудови бортової сенсорної мережі з відповідною структурною організацією.

Бортова сенсорна мережа є програмно-технічним засобом, за допомогою якого можна як доповнювати інформацію від диспетчерських пунктів обробки даних, так і, у разі необхідності, забезпечувати автономне функціонування розподіленої високоточної системи інтелектуального управління. Наприклад, сукупність різних видів сенсорів, організованих у таку мережу, може бути основним джерелом вхідних даних для випадку автономного управління рухом пілотованих та безпілотових літальних апаратів у складних навігаційних умовах і критичних режимах функціонування. Процес автономного управління рухом транспортного засобу включає наступні етапи: отримання даних від сенсорної мережі; обробка отриманих даних та оцінювання поточної ситуації; генерація альтернативних стратегій управління та аналіз короткострокових і довгострокових наслідків використання сформованих стратегій; вибір та реалізація найбільш прийнятної стратегії управління. Тому необхідною передумовою ефективності інформаційного забезпечення процесу управління є дослідження таких його складових, як отримання даних від сенсорної мережі та обробка отриманих даних з метою ідентифікації наявних об'єктів і всебічного аналізу ситуації. Стала робота інтелектуальних комплексів автономного управління неможлива без наявності достатнього обсягу надійних первинних даних. Для їх отримання потрібно, перш за все, визначитися із вибором та ефективною інтеграцією найбільш адекватних поточній ситуації типів сенсорів - таких як, наприклад, радіолокаційні, оптичні, акустичні. Сучасний стан та перспективи використання ряду стандартних типів сенсорів розглянуті, зокрема, у роботі [2]. Ефективне комплексування окремих типів сенсорів у єдину комп'ютерно-комунікаційну мережу надає можливість інформаційної підтримки різних компонентів інтелектуальної поведінки. Наприклад, акустичні сенсори дозволяють ідентифікувати елементи зовнішнього середовища за допомогою порівняння їх акустичних сигнатур із акустичними сигнатурами типових класів об'єктів. Це забезпечує системі можливість цілеспрямованої інтелектуальної поведінки навіть за умов обмеженої видимості, коли деякі типи сенсорів не в змозі генерувати своєчасну та достовірну інформацію стосовно особливостей поточної ситуації.

Системи інтелектуального управління використовують різноманітні дані з великої кількості джерел, а також здійснюють інтеграцію цих даних у цілісні образи поточної ситуації. Сенсорні мережі об'єднують різні інформаційні джерела у єдину структуру. Проблему ідентифікації об'єктів, що є суттєвими складовими поточної ситуації, за допомогою сенсорної мережі можна сформулювати наступним чином: розпізнати реальні об'єкти шляхом виявлення та аналізу деяких наборів їх сталих ознак. Задачі виявлення та аналізу сталих ознак за своєю сутністю є інтелектуальними, тому підходи до їх вирішення ґрунтуються як на моделях та парадигмах

інтелектуалізації, так і на використанні сучасних інформаційних технологій, що дозволяють ефективно застосування цих моделей та парадигм. При цьому важливим є комплексування у мережу таких типів сенсорів, які здатні формувати елементи штучного інтелекту та забезпечувати можливість перенесення інтелектуальних складових із етапу аналізу сталих ознак безпосередньо у процес управління. З цієї точки зору багатообіцяючою є перспектива використання в системах автономного управління рухом транспортних засобів оптичних сенсорів. Інформацію, що формується цими сенсорами для подальшої обробки, будемо називати оптичною інформацією. У теперішній час існують різні типи оптичних сенсорів - камери на основі приладу зі зарядовим зв'язком, відеокамери, тепловізори, лазерні сканери. Великий потенціал оптичних сенсорів з точки зору інтелектуалізації сенсорних мереж пояснюється як спроможністю цих сенсорів генерувати великі обсяги первинних даних, так і можливістю створення ефективних алгоритмів обробки даних з метою формування інформаційних образів поточної ситуації.

Аналіз функціонування реальних систем автономного управління транспортними засобами, зокрема, літальними апаратами, показує, що вони широко використовують відеокамери. Такі оптичні сенсори працюють у пасивному режимі, що істотно збільшує їх завадостійкість. Крім того, вони мають меншу вагу і споживають менше енергії - у порівнянні, наприклад, з радарними, лазерними сканерами та іншими активними сенсорами. За допомогою мережі оптичних сенсорів може формуватися тривимірне відображення реальних об'єктів та здійснюватися стеження за ними. Інтелектуалізація цієї сенсорної мережі дозволяє перейти до вирішення задачі визначення характерних ознак зображень об'єктів - з метою їх співставлення та подальшої ідентифікації. Слід зазначити, що співставлення зображень є обов'язковим етапом вирішення багатьох інтелектуальних задач, пов'язаних із розпізнаванням об'єктів - таких, наприклад, як дослідження сцен; побудова тривимірних образів на основі узагальнення великої кількості двовимірних зображень; обчислення місцезнаходження, оцінка орієнтації, відстеження та визначення параметрів руху об'єктів. При цьому використовуються такі види ознак, як точки, лінії та контури, а також різні варіанти їх поєднання у комбіновані ознаки. Обов'язковим етапом інтелектуалізації сенсорних мереж є формування та занесення до бази даних наборів характерних ознак зображень об'єктів. За рахунок цього забезпечується інформаційна підтримка функціонування систем інтелектуального управління транспортними засобами в автономному режимі.

Висновки

1. Важливим напрямком розвитку штучного інтелекту є дослідження закономірностей використання та шляхів інтелектуалізації сенсорних мереж.
2. Побудова ефективних бортових сенсорних мереж є важливою складовою створення інтелектуальних технологій та систем автономного управління.
3. Застосування комп'ютерно-комунікаційних мереж на основі оптичних сенсорів є перспективним засобом для ідентифікації характерних ознак зображень об'єктів.

Література

1. Tang S. Cooperative relative positioning for intelligent transportation system / S. Tang, N. Kubo, N. Kawanishi, R. Furukawa, A. Hasegawa, Y. Takeuchi // International Journal of Intelligent Transportation Systems Research. – 2015. - Vol. 13. - №3. – P. 131-142.
2. Birch G.C. UAS detection, classification, and neutralization: Market survey 2015. [Електронний ресурс] / G.C. Birch, J.C. Griffin, M.K. Erdman // Sandia National Laboratories, Lockheed Martin Corporation, USA; Report SAND2015-6365. - 2015. - Режим доступу: <http://prod.sandia.gov/techlib/access-control.cgi/2015/156365.pdf>.