

Záverečná karta projektu

Názov projektu Evidenčné číslo projektu **LPP-0080-09**

Sledovanie cieľov pohybujúcich sa za stenou pomocou UWB radarových systémov

Zodpovedný riešiteľ **prof. Ing. Dušan Kocur, CSc.**

Príjemca **Technická univerzita v Košiciach, Fakulta elektrotechniky a informatiky (TUKE)**

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

1. Technická univerzita v Košiciach, Fakulta elektrotechniky a informatiky, Katedra elektroniky a multimediálnych telekomunikácií
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

1. - - -
- 2.
- 3.

Udelené patenty/podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory, ktoré sú výsledkami projektu

1. - - -
- 2.
- 3.

Najvýznamnejšie publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu – uveďte aj publikácie prijaté do tlače

1. J. Rovňáková, "Complete signal processing for through wall tracking of moving targets," LAP LAMBERT Academic Publishing, ISBN: 978-3-8433-6017-3, Germany, September 2010.
2. J. Rovňáková , and D. Kocur, "TOA Estimation and Data Association for Through Wall Tracking of Moving Targets," EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking, The special issue: Radar and Sonar Sensor Networks, Volume 2010, Article ID 420767, 11 pages, September 2010.
3. J. Rovňáková, and D. Kocur, "Short Range Tracking of Moving Persons by UWB Sensor Network," The 8th European Radar Conference (EuRAD 2011), pages 321-324, Manchester,

UK, October 2011.

4. Dušan Kocur, Jana Rovňáková, „Short-Range Tracking of Moving Targets by Handheld UWB Radar System“, chapter in Microwave and Millimeter Wave Circuits and Systems – Emerging Design, Technologies and Applications, authored/edited by Apostolos Geogiadis, Hendrik Rogier, Luca Roselli, Paolo Arcioni, John Wiley & Sons, Ltd., Chichester, December 11, 2012. ISBN-10: 1119944945

5. Dušan Kocur, Jana Rovňáková, „Multiple Moving Target Tracking by UWB Radar Sensor Network“, chapter in Handbook of Ultra-Wideband Short-Range Sensing, authored/edited by Juergen Sachs, Wiley-VCH, January 22, 2013. ISBN-10: 3527408533.

Uplatnenie výsledkov projektu

Radarové systémy emitujúce signály s veľmi veľkou šírkou frekvenčného pásma (UWB, z angl. ultrawideband) sú označované ako UWB radary (senzory). Skupina UWB radarov emitujúcich elektromagnetické vlny vo frekvenčnom pásme DC-4 GHz sú špeciálnym druhom UWB senzorov, ktoré umožňujú detekovať, lokalizovať a sledovať ciele nachádzajúce sa za prekážkou (napr. za stenou). Táto ich vlastnosť vyplýva zo schopnosti elektromagnetických vln prenikať v zmienenom frekvenčnom pásme cez rôzne druhy stavebných materiálov (napr. tehla, betón, drevo, plasty, pôda, sneh, atď.) s akceptovateľným útlmom. Veľká rozlišovacia schopnosť UWB radarov vyplývajúca z použitia veľmi veľkej šírky frekvenčného pásma v spojení s dobrou penetráciou elektromagnetických vln cez rôzne druhy materiálov a s možnosťou implementovať radary tejto kategórie ako zariadenia o malých rozmeroch umožňuje použiť UWB senzory na detekciu, lokalizáciu a sledovanie autorizovaných a neautorizovaných osôb nachádzajúcich sa v kritickom prostredí a/alebo v mimoriadnych situáciách. Ako príklady aplikácií UWB radarov tejto kategórie možno uviesť cezstenovú detekciu a lokalizáciu osôb v prípade bezpečnostných operácií polície a vojenských zložiek alebo v prostredí dymu pri požiari, monitorovanie dôležitých objektov (napr. elektrárne, vojenské objekty, atď.) v prípade zlej optickej viditeľnosti (napr. hmla, dym, atď.) s cieľom detekovať vniknutie neautorizovaných osôb do týchto objektov a následne určiť ich polohu, detekovať a lokalizovať žijúcich ľudí po mimoriadnych prírodných udalostiach (napr. po zemetrasení, kolapse budov, lavíne, atď.) nachádzajúcich sa pod sutinami budov alebo pod snehom. Výsledkom projektu LPP-0080-09 sú pokročilé metódy spracovania UWB radarových signálov zamerané na detekciu, lokalizáciu a sledovanie osôb nachádzajúcich sa za prekážkou pri použití jedného UWB radaru alebo pri použití UWB sensorovej siete. Veľmi dobré vlastnosti v rámci projektu vyvinutých metód spracovania signálov boli experimentálne overené a potvrdené pre celý rad scenárov. Vzhľadom na to, výsledky projektu LPP-0080-09 nájdu použitie pri konštrukcii komerčných UWB radarových systémov a UWB sensorových sietí s ich predpokladaným použitím vo vyššie naznačených aplikáciách.

CHARAKTERISTIKA VÝSLEDKOV

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v slovenskom jazyku (max. 20 riadkov)

Projekt LPP-0080-09 bol zameraný na návrh nových metód spracovania UWB radarových signálov s cieľom detekovať, lokalizovať a sledovať viacpočetné ciele (osoby) pohybujúce sa za prekážkou pri použití jedného alebo dvoch nezávislých UWB radarových systémov (tzv. základný scenár). V súvislosti so základným scenárom bol v rámci riešenia projektu identifikovaný a opísaný jav vzájomného tienenia sa cieľov. Tento jav predstavuje fundamentálny problém detekcie cieľov, nakoľko v jeho dôsledku dochádza v prípade základného scenára k výraznému zníženiu pravdepodobnosti detekcie cieľov. V rámci projektu boli preto navrhnuté dve riešenia umožňujúce zvýšiť pravdepodobnosť detekcie a presnosť lokalizácie cieľov. Prvé riešenie predstavuje nová procedúra sledovania mnohonásobných cieľov použitím jedného UWB radaru (Procedúra 1). Ako alternatívne riešenie dopadov javu tienenia bolo v rámci projektu navrhnuté použiť na detekciu a lokalizáciu osôb dvojicu nezávislých UWB radarov ako aj UWB sensorovú sieť. Pre túto konfiguráciu systému sledovania cieľov bola navrhnutá nová procedúra spracovania signálov v UWB sensorovej sieti (Procedúra 2). Vlastnosti oboch procedúr spracovania signálov boli

experimentálne overované meraniami UWB radarom a UWB radarovou sieťou pre celý rad variantov základného scenára. Dosiahnuté výsledky ukázali, že obe navrhnuté procedúry poskytujú robustné cezstenové sledovanie jedného cieľa. Procedúra 1 poskytuje v porovnaní s tradičným prístupom tiež zvýšenú pravdepodobnosť detekcie viacpočetných cieľov. Oproti tomu použitie UWB sensorovej siete a Procedúry 2 poskytuje výrazné zvýšenie pravdepodobnosti detekcie a presnosti lokalizácie cieľov.

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v anglickom jazyku

(max. 20 riadkov)

Project LPP-0080-09 has been intent on the design of new methods of UWB radar signal processing for the purpose of through wall detection, localization and tracking of multiple moving targets (persons) by using single UWB radar and two independent UWB radars (so-called basic scenario). During the solution of this task, an effect of mutual shadowing of moving targets has been identified and described within the project. It has been shown that the mentioned effect results in important decreasing of the target detection probability for the basic scenario. In order to solve the outlined problem, two solutions capable to decrease the detection probability and localization accuracy of the multiple moving targets have been proposed within the project. The former solution is represented by the new original procedure of multiple moving persons tracking by using the single UWB radar (Procedure 1). On the other hand, the application of two independent UWB radars or UWB sensor network has been proposed as the latter solution. The new procedure of radar signal processing for the tracking system represented by two independent UWB radars or UWB sensor network (Procedure 2) has been also introduced. The properties of the both procedures have been verified by measurements using the single UWB radar and UWB sensor network for quit a number of basic scenario versions. The obtained results have shown that the both procedures provide robust tracking of a single target. Procedure 1 provides also the higher probability of multiple target detection than that of the traditional approach. Finally, it has been confirmed that UWB sensor network and Procedura 2 provide the distinctive increasing of the detection probability and localization accuracy of the targets.

Svojím podpisom potvrdzujem, že údaje uvedené v záverečnej karte sú pravdivé a úplné a súhlasím s ich zverejnením.

Zodpovedný riešiteľ

prof. Ing. Dušan Kocur, CSc.

V Košiciach 24.09.2012

Štatutárny zástupca príjemcu

prof. Ing. Anton Čižmár, CSc.

V Košiciach 24.09.2012

.....
podpis zodpovedného riešiteľa

.....
podpis štatutárneho zástupcu príjemcu