

## МУЛТИСЕНЗОРСКА ИНТЕЛИГЕНТНА ПЛАТФОРМА МИП-11

### САДРЖАЈ:

1. ОБЛАСТ ТЕХНИКЕ .....	1
2. ТЕХНИЧКИ ПРОБЛЕМ .....	1
3. СТАЊЕ ТЕХНИКЕ .....	1
4. ИЗЛАГАЊЕ СУШТИНЕ ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА.....	3
5. ДЕТАЉАН ОПИС ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА .....	4
6. КАКО ЈЕ ТЕХНИЧКО РЕШЕЊЕ РЕАЛИЗОВАНО И ГДЕ СЕ ПРИМЕЊУЈЕ.....	9
7. НАЧИН И МОГУЋНОСТ ПРИМЕНЕ ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА .....	9

### 1. ОБЛАСТ ТЕХНИКЕ

Техничко решење (индустријски прототип) под називом „МУЛТИСЕНЗОРСКА ИНТЕЛИГЕНТНА ПЛАТФОРМА МИП-11” је из области оптоелектронских система. Представља оригинални производ први пут рађен на нашим просторима и на нивоу је савремених светских решења намењених за осматрање, извиђање и гео-лоцирање објеката.

### 2. ТЕХНИЧКИ ПРОБЛЕМ

Мултисензорска интелигентна платформа МИП-11 (у даљем тексту МИП-11) треба да омогући: надгледање, детекцију, класификацију, праћење и гео-лоцирање објеката у зони од интереса дању и ноћу у отежаним временским условима, коришћењем оптоелектронских средстава: видео камере, термовизијске камере и ласерског мерача даљине, дигиталног магнетног компаса и пријемника сателитске навигације (GPS) (осматрачки радар–опционо).

МИП-11 треба да се реализује у две варијанте: стационарна и мобилна а сви интегрисани оптоелектронски сензори треба да се повежу са надређеним Центром за прикупљање и обраду података.

### 3. СТАЊЕ ТЕХНИКЕ

Водеће светске силе у области наоружања и војне опреме обратиле су посебну пажњу у последњој деценији на сопствени развој мултисензорских оптоелектронских система умрежених у савремене C4ISR (Command Control Communication Computer Information Surveillance Reconnaissance) системе са циљем благовременог прикупљања података (од сензора или других извора), њихову обраду (у командном центру) и дистрибуцију ка корисницима, односно размену између потенцијалних корисника. Најзначајнија група

сензора у борбеним системима су оптоелектронски сензори (телевизија, термовизија, појачавачи слике и ласерски уређаји (даљиномери, означавачи циља, озрачавачи и детектори ласерског зрачења)). Могу се користити и системи за ЕП у телекомуникацијама, извиђачки радари, SAR радари, акустички сензори и сензори за детекцију хемијских агенаса.

У војсци Немачке у оперативној употреби је извиђачко-осматрачки систем фирме Rheinmetall Defence Electronics (бивши STN Atlas Elektronik) који се састоји од термовизије, CCD камере за дневно осматрање и ласерског мерача даљине, уграђених у сензорску главу постављену на спољном носачу променљиве висине. Овај систем је инсталиран на оклопљено извиђачко возило точкаш под називом FENNEK. Сензорском главом је могуће управљати по азимуту и елевацији, уз могућност подизања 3.29 m од земље, односно 1.5 m од крова возила. За потребе прикривеног осматрања, сензорска глава се може поставити на треножац ван возила до 40 m.

У Америчкој војсци представник система за извиђање и откривање противничких циљева, руковање и управљање ватром у свим земљишним и временским условима у реалном времену је инсталиран на оклопном транспортеру M1200 Armored Knight и теренском возилу HMMWV. Возила су опремљена са дигиталном опремом (DRS Technologies) компаније Raytheon, жиро-стабилисаном куполом са интегрисаним дневним, ноћним и термалним нишаном и ласерским даљиномером под називом (Long Range Advanced Scout Surveillance System -LRAS3). Стандардна преносна осматрачка станица је модуларни ласерски систем за одређивање координата и обележавање циља (LLDR - Lightweight Laser Designator Rangefinder) који се састоји из две основне компоненте: модула за одређивање координата циља (TLM - Target Locator Module) и модула за ласерско обележавање циљева (LDM - The Laser Designator Module). TLM модул се може користити одвојено и/или заједно са LDM модулом. Систем је масе око 16 килограма и обезбеђује непрекидност рада од око 24 часа. Основне компоненте TLM модула су: термална камера, дневна камера, електронски дисплеј, ласерски даљиномер безбедан за очи, дигитални магнетни компас и GPS. Коришћењем савремених телекомуникационо-информатичких уређаја могуће је извршити пренос дигиталних података (подаци и слика засебно и/или њихова комбинација) у реалном времену. LDM модул емитује кодиране ласерске импулсе који су компатибилни са НАТО стандардима прописаним за ласерски вођене пројектиле.

У Француској војсци, мултисензорска платформа фирме Thales инсталирана је на оклопни транспортер точкаш VAB што чини извиђачко возило под називом МАНОН.

Мултисензорска платформа садржи следеће елементе: CCD колор камеру, термалну камеру Catherine XP, хидраулички стуб висине преко 2 m, ласерски даљиномер и GPS. Анализом постојећих страних решења мобилних мултисензорских извиђачких система, могуће је извести закључак да се они састоје из 3 целине: Мултисензорског сета (МСС) са операторским командним пултом са подсистемом за покретање МСС и контролно-апликативним софтвером, Телескопског стуба за монтажу МСС-а и Извиђачког возила са припадајућим подсистемима.

#### **4. ИЗЛАГАЊЕ СУШТИНЕ ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА**

Основна намена система МИП-11 је пасивно извиђање, осматрање и аквизиција, покретних и непокретних објеката, у дневним и ноћним условима и условима смањене видљивости. Систем се састоји од више различитих сензора који истовремено осматрају простор од интереса и формира његову електронску слику у различитим деловима електромагнетног спектра. Добијена мултиспектрална слика сцене одговара стварној ситуацији у простору и може се у реалном времену дистрибуирати другим корисницима преко комуникационе мреже.

Интеграцијом комплементарних сензора омогућена је даља обрада њихових парцијалних података у циљу добијања поузданијих информација за што ефикасније решавање задатака осматрања, извиђања и аквизиције циљева.

Сензорски систем се налази на даљински управљаној носећој платформи која има могућност прецизног покретања по правцу и елевацији учвршћеној на телескопски стуб.

Систем интегрише следеће сензоре: пасивни сензор за видљиви део спектра (видео камера), пасивни сензор за ИЦ спектар (термовизијска камера), активни извор и пасивни сензор ласерског зрачења за мерење даљине до објекта (ласерски даљиномер), GPS за одређивање координата сопственог положаја и дигитални компас за оријентацију.

Опционо је могуће и интегрисати: радар, звукометрију за прецизно одређивање извора звука, детектор радарског, ИЦ или ласерског зрачења и хемијски и биолошки детектор.

Систем МИП-11 обавља следеће активности: детекцију објекта (добијање основног података о постојању објекта), идентификацију објекта (добијање података о врсти и типу објекта), гео-лоцирање (одређивање апсолутног или релативног положаја објекта у односу на оптоелектронски систем), активно увођење локације и података о објекту у

географски информациони систем (ГИС) и даљу дистрибуцију података ка командно-информационом систему вишег нивоа.

## 5. ДЕТАЉАН ОПИС ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

Комплет мултисензорске платформе садржи следеће подсистеме: подсистем сензора, подсистем за покретање мултисензорске сензорске платформе, подсистем за комуникацију, командно-управљачки подсистем са одговарајућим софтвером, подсистем за напајање електричном енергијом, телескопски носећи стуб, специјална приколица или моторно возило.

Током рада на истраживачком задатку „Мултисензорска интелигентна платформа МИП-11” у Војнотехничком институту реализоване су две варијанте система МИП-11: стационарна на приколици (Слика 1) и покретна на возилу (Слика 2).



Слика 1 - Стационарна варијанта система МИП-11



Слика 2 - Покретна варијанта система МИП-11

Стационарна варијанта система МИП-11 се састоји од блока интегрисаних сензора (ТВ камера, термовизијска камера, ласерски мерач даљине, радар-опционо, GPS пријемник, електронски компас и одговарајуће електронике) који су смештени у сензорску кутију. Блок сензорске кутије је уграђен на нестабилисани подсистем за покретање по правцу и елевацији мултисензорске платформе. Блок сензора је постављен на врх телескопског стуба подесиве висине (до 12 m) који је уграђен на двоосовинску приколицу. На приколици су уграђени: кутија за смештај сензора, извори

за напајање електричном енергијом (акумулатори) и електрични агрегат једносмерне струје који по потреби допуњава акумулаторе, опционо предвиђена је примена и соларних панела, кутија за смештај кабла за напајање сензора и електронике, моталица оптичког кабла, управљачки пулт за управљање и постављање стуба из транспортног у радни положај, кутије са додатном опремом и алатом. Ради механичке стабилности система на приколици су уграђене стабилизационе стопе. Постављање приколице у хоризонталан положај се врши помоћу ових стопа и уз контролу уграђених либела. Управљачки пулт чини робусирани преносни рачунар. Са управљачког пулта и уз одговарајући софтвер врши се контрола и управљање свим сензорима. Комуникација између управљачког уређаја и блока сензора на стубу на приколици остварује се жично (оптички кабал) или бежично. Стационарном варијантом система МИП-11 рукују 3 члана посаде: командир, оператер 1 и оператер 2 (уједно и возач вучног возила).

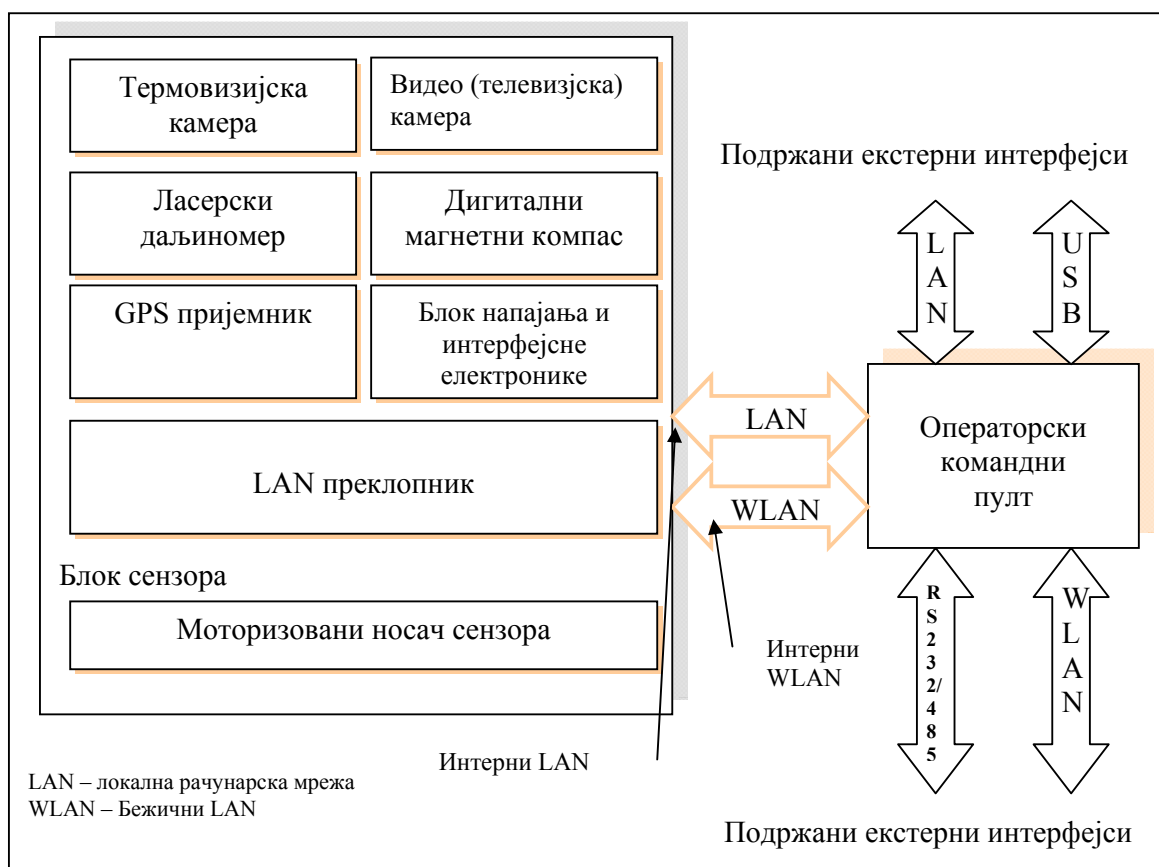
**Покретна варијанта система МИП-11** се састоји од блока интегрисаних сензора (ТВ камера, термовизијска камера, ласерски мерач даљине, GPS пријемник, електронски компас и одговарајуће електронике) који су смештени у сензорску кутију. Блок сензорске кутије је уграђен на нестабилисани подсистем за покретање по правцу и елевацији мултисензорске платформе. Покретање по правцу је неограничено ( $n \times 360^{\circ}$ ), а по елевацији  $\pm 90^{\circ}$ . Телескопски стуб подесиве висине (до 6 m), систем за напајање сензора, рачунара, мрежне опреме и система за покретање телескопског стуба уграђени су у моторно возило LANDROVER DEFENDER. Оператер преко посебног командног пулта у возилу врши његово издизање и спуштање. Напајање система је обезбеђено из акумулатора и инвертора за претварање једносмерног напона из акумулатора у наизменични напон 220V - 50Hz. Реализовани су и наменски електронски блокови за појединачно напајање сензора, мрежне и пратеће електронике. Термовизијски систем за ноћну вожњу за возача се састоји од термовизијске камере уграђене у предњу маску возила и монитора у кабини који је у видном пољу возача. Возило LANDROVER DEFENDER је наменски адаптирано за потребе смештаја и издизања/спуштања телескопског стуба, 2 операторска места са командним пултовима у задњем делу возила заједно са командним пултом за контролу рада телескопског стуба, командног пулта комадира на месту сувозача, термовизијског система за ноћну вожњу за возача. Ради механичке стабилности мултисензорског система на телескопском стубу на возилу су уграђене стабилизационе стопе које се налаза на угловима возила.

Техничко решење мултисензорске интелигентне платформе је базирано на модуларној конструкцији, максималној примени стандардних индустријских компоненти, Ethernet

мрежној комуникацији и јавним софтверским протоколима и РС технологији. РС рачунари са стандардним Windows оперативним системима су примењени у функцији управљачког пулта оператора. Стандардна Ethernet мрежна комуникација омогућава веома једноставно проширивање система и повезивање више истих система у једну јединствену рачунарску мрежу.

Мултисензорска платформа прикупља директно и рефлектовано зрачење из зоне осматрања. Њене перформансе у смислу домета детекције, препознавања и идентификације циљева и њихово гео-лоцирање условљене су уграђеним технолошким и техничким решењима сензора, али још више климатско-атмосферским и топографским условима употребе.

Саставни подсистеми система МИП-11 су: Дигитални магнетни компас, GPS пријемник, Моторизовани носач сензора и Операторски командни пулт. Блок шема система МИП-11 дата је на Слици 3.



Слика 3 - Блок шема МИП-11

## Рачунарски подсистем МИП-11

Према концепцији покретне варијанте МИП-11, у возилу је постављена локална рачунарска мрежа са 3 процесна чвора (рачунара). На рачунару оператора сензора извршава се апликација контроле сензорског подсистема. На рачунару другог оператора извршава се ГИС апликација. Предвиђено је да он обавља и функцију контроле припадајуће телекомуникационе опреме. На рачунару командира могућ је увид у рад оба оператора.

Укупна функционалност МИП-11 остварује се израдом наменског апликативног софтвера према захтевима задатака даљинског осматрања, извиђања и аквизиције циљева. Ова апликација омогућава оператору да контролише сензоре и да од њих прима податке.

### Апликативни софтвер

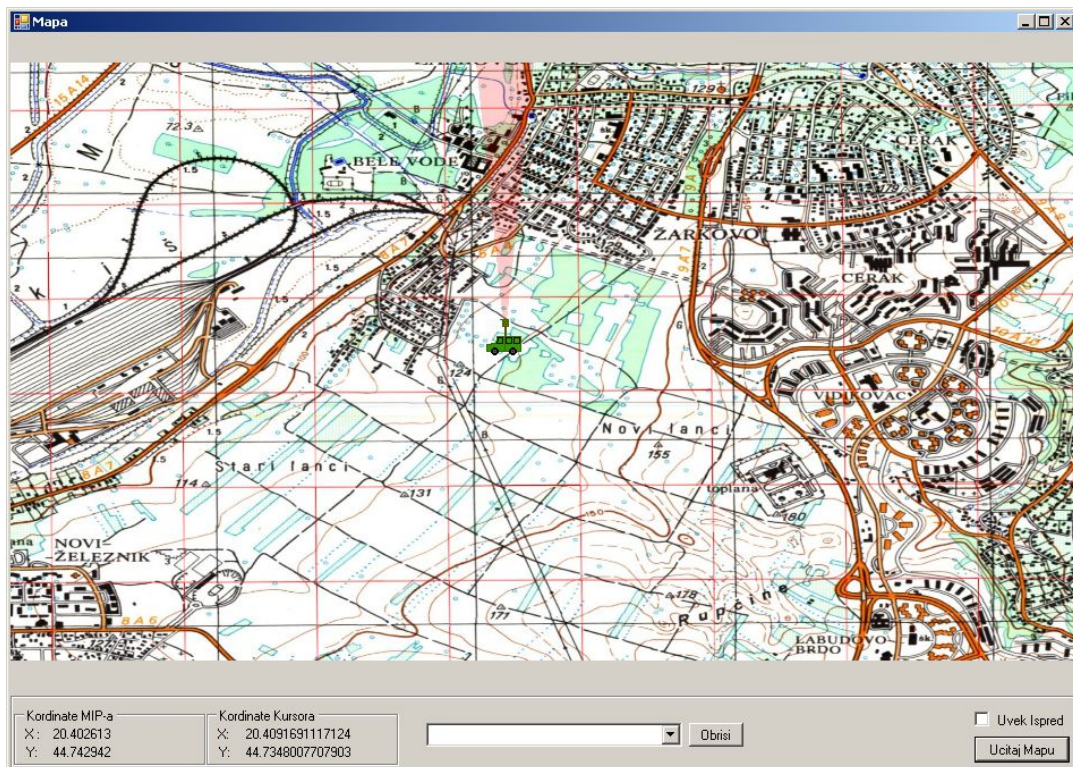
Апликативни софтвер МИП-11 је јединствена апликација са графичким корисничким интерфејсом који обезбеђује интуитиван рад са свим сензорским подсистемима. На Слици 4 је дат основни кориснички интерфејс апликације.



Слика 4 - Кориснички интерфејс апликације МИП-11

Апликација омогућава приступ и подешавање сваком сензору појединачно. Приказ видео информација (слике) са телевизијске и термовизијске камере је континуалан.

Апликативни софтвер омогућава повезивање са дигиталним картама према формату које генерише Географско информациони систем (ГИС). Пре сваке мисије потребно је да се из ГИС система генеришу карте за зону од интереса где се систем МИП упућује. Након иницијализације апликације, калибрације дигиталног компаса, успостављања пријема GPS података и учитавања добијене карте аутоматски се уноси тренутна позиција МИП-11 система према подацима са GPS пријемника, оријентација севера према подацима дигиталног компаса и тренутна оријентација носача сензора, тј. самих сензора (Слика 5).



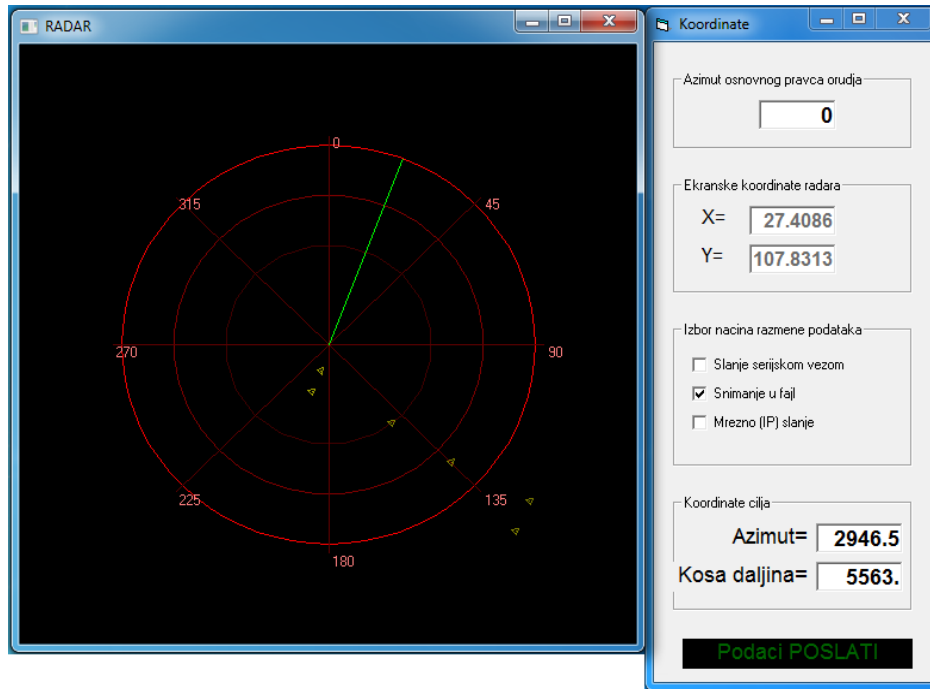
**Слика 5 - Аутоматски унос позиције МИП-11 система и тренутна оријентација сензора**

У циљу повећања поузданости система омогућен је и ручни унос података у случају отказа неких од сензора. Могућ је ручни унос: сопствене позиције у случају отказа или застоја GPS пријемника, оријентације у случају отказа дигиталног компаса, процењене даљине циља у случају отказа ласерског даљиномера.

Апликација обезбеђује континуални визуелни приказ тренутног простора који виде видео сензори (Слика 5). Телевизијска камера има континуални оптички зум, а термовизијска 2 видна угла – широки и узани.



За радар који се може опционо уградити, написан је програм за обраду добијених података, приказан на Слици 6.



Слика 6 – Изглед програма за обраду података са радара

## 6. КАКО ЈЕ ТЕХНИЧКО РЕШЕЊЕ РЕАЛИЗОВАНО И ГДЕ СЕ ПРИМЕЊУЈЕ

Техничко решење (индустијски прототип) МУЛТИСЕНЗОРСКА ИНТЕЛИГЕНТНА ПЛАТФОРМА МИП-11 је рађено за Министарство одбране у оквиру истраживачког задатка МУЛТИСЕНЗОРСКА ИНТЕЛИГЕНТНА ПЛАТФОРМА МИП-11.

Техничко решење је верификовано на бази испитивања у лабораторијским условима у Војнотехничком институту и теренским испитивања према указаним потребама Војске Србије, вршених у периоду од 2011. до 2014. године. Решење је више пута приказано на домаћим и иностраним сајмовима и изложбама наоружања и војне опреме, а неколико пута је коришћено у јединицама Војске Србије за потребе извиђања и осматрања.

Корисник техничког решења је Војнотехнички институт.

## 7. НАЧИН И МОГУЋНОСТ ПРИМЕНЕ ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

### Усмеравање сензора

Усмеравање сензора, тј, носача сензора могуће је вршити на више начина: континуално усмеравање помоћу палице (џојстика) где одклон палице дефинише смер и брзину

покретања носача, континуално усмеравање помоћу тастатуре, тастера са стрелицама, селекцијом позиције на карти – када се показивач (курсор) постави на карту и селекује позиција, сензори се аутоматски усмеравају према изабраној позицији.

Претраживање предефинисаних позиција је посебан режим рада у коме оператор изабере више, за њега, интересантних позиција. Изабране позиције оператор може појединачно селекувати или ће их систем аутоматски опсервирати у задатом ритму и задатом редоследу. Овај режим рада назива се и „патролни или скенирајући” режим.

### **Снимање видео података**

Апликација обезбеђује континуално снимање видео садржаја са телевизијске и термовизијске камере на локални хард диск рачунара. Снимљени материјал могуће је накнадно прегледати или дистрибуирати другим корисницима на одговарајућем магнетном медијуму.

Апликација обезбеђује и меморисање слика појединих интересантних сцена. Посебним тастером оператор снима слику сцене од интереса. Врши се истовремено снимање са обе камере. Снимци се чувају у посебном директоријуму на хард диску рачунара. Именовање слика је аутоматски према датуму и времену снимка. Снимци се могу дистрибуирати путем рачунарске мреже или преко одговарајућих магнетних медијума.

### **Мерење даљине – геореференцирање циљева**

Мерење даљине до изабраног циља врши се помоћу ласерског даљиномера. Уграђени даљиномер обезбеђује тачност мерења са грешком од  $\pm 5$  m. У једном мерењу могуће је измерити 3 даљине-циља ако су циљеви колинерани, тј. у правцу ласерског снопа. Ласерски даљиномер обезбеђује функцију задавања минималне даљине испод које се објекти детектују али се њихове даљине не мере. Ова функција је неопходна у условима компликоване сцене када постоји велика могућност детектовања објеката који нису од интереса, али се налазе на правцу одабраног циља. На тај начин оператор поставља „прозор” мерења на очекиване даљине мерења. Поред тога, оператору се индицира да ли у блокираној даљини има објеката/циљева.

У тренутку мерења даљине памти се и положај носача сензора - углови азимута и елевације. На основу измерене даљине и угла могуће је геореференцирати положај циља у простору/терену у односу на координатни систем сензора. Уграђени алгоритам прерачунава релативан положај циљева у положај на карти тако да се позиција циља аутоматски уноси на карту.

**Могућности повезивања система МИП-11 са другим системима**

Систем МИП-11 омогућава повезивање са другим рачунарским системима. Више просторно дистрибуираних МИП-11 система може да формира сензорску мрежу која покрива већу зону од интереса. На овај начин више система мањег домета може да замени један (скупи) оптоелектронски (ОЕ) великог домета. Треба имати у виду да цена ОЕ према декларисаним дометима детекције, препознавања и идентификације експоненцијално расте. Предност дистрибуираних МИП-11 система је у нижој цени, флексибилности и поузданости/жилавости целокупног извиђачког система.