

Field/Method	Type
LOGGER	Logger
DIRECTORY_PATH	String
DOCX	String
key	String
inputFilePath	String
document	XWPFDocument
educationalComponentService	EducationalComponentService
diplomaService	DiplomaService
studentService	StudentService
isVariable(String)	boolean
findAllVariables()	Map<DocVariableConst, DocVariable>
saveDocument(String, int)	String
generateDocument(int, String)	String
addCourses(List<EducationalComponent>, Map<DocVariableConst, DocVariable>)	void
addResearchProjects(List<EducationalComponent>, Map<DocVariableConst, DocVariable>)	void
addInternships(List<EducationalComponent>, Map<DocVariableConst, DocVariable>)	void
addStateAttestations(List<EducationalComponent>, Map<DocVariableConst, DocVariable>)	void
changeCourseData(DocVariable, EducationalComponent, int)	void
changeResearchData(DocVariable, EducationalComponent, int)	void
changeInternshipData(DocVariable, EducationalComponent, int)	void
changeAttestationData(DocVariable, EducationalComponent, int)	void
findAllVariables(XWPFTableRow)	Map<DocVariableConst, DocVariable>
getInputDocument()	XWPFDocument
changeParagraph(DocVariable, Diploma)	void
changeParagraph(XWPFParagraph, String, boolean)	void
openFile(String)	void

Рис. 2. Структура класу DocWorker

Отже, в цьому дослідженні було розглянуто архітектуру програмного продукту автоматичної генерації документів, наведено діаграму класів генерації документів, описано базовий функціонал.

Список використаних джерел:

1. Журнал «Інформаційні технології», UML: історія, специфікація [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://it.ridne.net/node/265>.
2. Розширення Word у форматі файлів Office Open XML (.docx) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://msdn.microsoft.com/>.

Кастранець Ю.М.

студентка,

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут

імені Ігоря Сікорського»

СУТЬ ТА ПРИНЦИП РОБОТИ МАСИВНИХ СИСТЕМ МІМО

Багатоантенні системи зв'язку, відомі як multiple-input multiple-output (MIMO), інтенсивно досліджуються протягом останнього десятиліття. Перші роботи з постановкою задачі з'явилися вже в 1996 році [1; 2]. Згодом даному напрямку було присвячено низку наукових праць [3-5]. Завдяки істотному виграшу у швидкості передачі інформації технологія MIMO розглядається як

одна зі складових майбутнього стандарту для систем зв'язку наступного покоління [6].

Принцип роботи системи МІМО базується на наявності декількох антен з обох сторін каналу зв'язку, тобто як на передавачі, так і на приймачі. Формується декілька «паралельних» каналів зв'язку, що дозволяє значно підвищити пропускну здатність (грубо кажучи, пропорційно кількості задіяних антен), не використовуючи при цьому додаткового частотного спектру. Такий підхід дозволяє ефективно боротися з завмираннями в каналі зв'язку, які викликані багатопроблемним поширенням радіохвиль. Для ефективної багатоантенної передачі антени з обох боків каналу мають бути достатньо рознесені в просторі (більш ніж на половину довжини хвилі [7]). Завмирання всіх використовуваних сигналів мають бути статистично незалежні, для того щоб ймовірність їх одночасних завмирань була набагато менша за ймовірність завмирання будь-якого одного з них. На жаль, через дане обмеження використання багатоантенного зв'язку на даному етапі не є доцільним в МТ. Типовим прикладом використання МІМО передачі є системи зв'язку на основі стандарту IEEE 802.11 [3]. Зі збільшенням кількості антен усереднюється ефект теплового шуму, а ланка зв'язку залишається обмеженою лише завадами від інших передавачів. В свою чергу, як зазначено в [8], в стільникових системах зв'язку зі збільшенням розміру апертури антенного масиву базова станція може краще фокусувати промінь на необхідному терміналі, використовуючи при цьому лише лінійні операції, і, як наслідок, можуть бути ефективно ліквідовані завади в межах стільника. Крім того, значне збільшення кількості антен на БС дозволяє зменшити використовувану потужність для передачі до МТ (через когерентне складання потужностей прийнятих сигналів на антенах приймача), що призводить до додаткового зменшення рівня створюваних завад. Відповідні переваги були підтверджені нещодавніми каналними вимірюваннями для реальних систем з великими антенними масивами [9]. Для вказаних систем зв'язку з великим масивом антен на БС термінологія в літературі ще не усталилася. В різних джерелах вони отримали найменування повномасштабних (Full-Scale), повнорозмірних (Full-Dimension), масивних (Massive) та гіпер-МІМО (Hyper MIMO) систем. В даний час масивні МІМО системи є предметною областю одного з передових напрямків сучасних досліджень в теорії зв'язку. Слід зазначити, що успіхи в побудові експериментальних зразків МІМО систем зв'язку в діапазоні 60 ГГц [10] доводять майбутню практичну застосовність масивних МІМО систем. У цьому діапазоні просторове рознесення антен, необхідне для ефективної передачі, складає всього кілька міліметрів, а тому розмір антенного масиву дає можливість практичної реалізації його навіть в МТ. Крім того, перехід до діапазону міліметрових хвиль дозволить вирішити сучасну проблему зайнятості спектра, відведеного для систем зв'язку. Таким чином, аналіз МІМО систем з великими антенними масивами, як систем високошвидкісного зв'язку наступного покоління, є сьогодні актуальною теоретичною задачею.

Список використаних джерел:

1. Foschini G. Layered space-time architecture for wireless communication in a fading environment when using multi-element antennas // Bell labs Technical Journal. – 1996. – Vol. 1, № 2. – P. 41-59.
2. Telatar E., Capacity of Multi-antenna Gaussian Channels // European Transactions on Telecommunications. – 1999. – Vol. 10, № 6. – P. 585-595.
3. Слюсар В. Системи МІМО: Принципи побудови і обробка сигналів // Електроніка: наука, технологія, бізнес. – 2005. – Вып. 8. – С. 52-58.
4. Банкет В. Л., Токарь М. С. МІМО – нова технологія багатоантенної радіосвязи для систем безпроводного доступу // Зв'язок. – 2010. – Вып. 3. – С. 6-12.
5. Gesbert D. From Theory to Practice: An Overview of MIMO Space-Time Coded Wireless Systems // IEEE Journal on Selected Areas in Communications. – 2003. – Vol. 21, № 3. – P. 281-302.
6. Larsson E. G., Tufvesson F., Edfors O., Marzetta T. L. Massive MIMO for Next Generation Wireless Systems // IEEE Communications Magazine. – 2013. – Vol. 52, № 2. – P. 186-195.
7. Lindmark B. Capacity of a 2x2 MIMO antenna system with mutual coupling losses // Proceedings of IEEE Antennas and Propagation Society International Symposium. – 2004. – P. 1720-1723.
8. Marzetta T. Noncooperative Cellular Wireless with Infinite Number of Base Stations // IEEE Transactions on Wireless Communications. – 2010. – Vol. 9, № 11. – P. 3590-3600.
9. Hoydis J., Hoek C., Wild T., ten Brink S. Channel Measurements for Large Antenna Arrays // Proceedings of International Symposium on Wireless Communication Systems, – Paris, France, 2012. – P. 811-815.
10. Sheldon C., Torkildson E., Seo M., Yue C. P., Madhow U., Rodwell M. A 60GHz line-of-sight 2x2 MIMO link operating at 1.2 Gbps // Proceedings of IEEE Antennas and Propagation Society International Symposium, San Diego, U.S.A., 2008. – P. 1-4.

Козлов Б.О.

студент,

*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»*

**ОГЛЯДОВО-ПОРІВНЯЛЬНА СИСТЕМА ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ
ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ НА ПЛОЩИНІ, НА ОСНОВІ ОПТИЧНОЇ КАМЕРИ**

Однією з основних умов виконання літальними апаратами (ЛА) поставлених задач є наявність навігаційної системи, яка відповідає необхідним критеріям. Оглядово-порівняльні методи навігації ґрунтуються на визначенні місця розташування об'єкта шляхом порівняння оточуючої місцевості з її зображенням на карті чи в системах пам'яті. ЛА в складі свого навігаційного комплексу мають приймачі супутникових навігаційних систем, безплатформні інерціальні навігаційні системи. Оглядово-порівняльні системи визначення координат об'єкта на основі оптичної камери доцільно використовувати, як альтернативне джерело навігаційної інформації.