

# Система контролю завантаження контейнеровозів “ShipLoad”

Юрій Накул  
кафедра теорії автоматичного управління і  
обчислювальної техніки, НУ “ОМА”  
Одеса, Україна  
nak01@mail.ru

Марк Нікольський  
кафедра автоматизації суднових газотурбінних і  
дизельних установок, НУ “ОМА”  
Одеса, Україна  
markdezert@ukr.net

Владислав Стівманенко  
кафедра інтелектуальних та інформаційних систем,  
ЧНУ ім. Петра Могили  
Миколаїв, Україна  
flaviusglamfenix@gmail.com

## Loading System Control Container Ships “ShipLoad”

Yuriy Nakul  
Department of Automatic Control and Computing  
Technologies, NU “OMA”  
Odesa, Ukraine  
nak01@mail.ru

Mark Nikolskyi  
Department of Automation of Vessel Gas Turbines and  
Diesel Installations, NU “OMA”  
Odesa, Ukraine  
markdezert@ukr.net

Vladyslav Stovmanenko  
Department of Intellectual and Information systems, Black  
Sea State University of Petro Mohyla  
Mikolaiv, Ukraine  
flaviusglamfenix@gmail.com

*Анотація*—Завантаження вантажів на судно є складним завданням, що вимагає координації багатьох складових. Недбалість під час цього процесу може привести до дуже серйозних наслідків. Зокрема показовий випадок судна “CSCL Uranus”. Потрапивши в шторм контейнеровоз нахилився і за борт потрапило 80 контейнерів, деякі контейнери було пошкоджено. Це відбулося через неправильне закріплення та завантаження контейнерів на борт. Це призвело до фінансових втрат. Все могло обійтися ще серйозніше, якби судно нахилилося на більший кут внаслідок недотримання правил техніки безпеки. Судно могло досягнути значного крену й перевернутися, тоді мова йшла б про значно більші витрати, а також про людські життя.

Нами розроблено метод контролю завантаження та на його основі спроектовано систему, що включає програму для керування процесом завантаження та має можливості

індикації, структуру файлів, що міститимуть необхідну для роботи програми інформацію, модулі відслідковування координат контейнера та систему бездротового зв'язку.

*Abstract*—Ship loading is a difficult task that requires the coordination of many components. Negligence in the process might cause very serious consequences. Particularly illustrative case of “CSCL Uranus” ship. Being in storm boat leaned and 80 containers fell overboard, some of others was corrupted. This happened because of wrong containers loading and mounting. This led to financial losses. Everything might be much more seriously if ship bends at greater angle. Ship might achieve significant roll and overturn, than it was on to more financial losses and even to human’s lives. All this because of violations of some load rules.

We developed load control method and designed system that includes program for loading process control with some

possibilities for indication, file structure with all necessary information needed for right program's work, container's coordinate tracking module and system of wireless communications based on it.

*Ключові слова*—судно, завантаження, контроль, бездротовий зв'язок, мікроконтролер, інерційні навігаційні системи, декартовий простір.

*Keywords*—ships, downloading, control, wireless connection, controller, inertial navigation systems, cartesian space.

## I. ВСТУП

Морський та річковий транспорт існує з давніх-давен, але з розвитком комп'ютерних технологій з'явилася можливість контролювати завантаження вантажів на судно задля прискорення процесу та підвищення надійності.

Як тільки контейнеровози увійшли в широкий ужиток, з'явилися проблеми (зокрема проблеми із завантаженням), які не вдалося вирішити і до теперішнього часу. Не завжди можливо оперативнo встановити, яка кількість контейнерів знаходиться на борту, чи правильно вони розміщені. Для отримання актуальної та точної інформації потрібно посилювати контроль над процесом. Це не завжди вдається, так як в гонитві за зниженням собівартості перевезень судновласники скорочують екіпаж при одночасному збільшенні тоннажу. Все це призводить до затримок лоцмана в процесі обслуговування судна і збільшення часу використання буксирів. У підсумку отримуємо додаткові витрати на перевезення.

Окрім того, на багатьох суднах капітан або його помічник мають безпосередньо спостерігати за процесом задля того, щоб пересвідчитися в тому, що відповідний контейнер було встановлено саме на попередньо вказане місце, а для перевірки закріплення треба було направити декілька людей, які б змогли все оглянути в безпосередній близькості до контейнера.

Зараз існують програми, які дозволяють графічно відображати розміщення контейнерів в зонах зберігання на судні, але заносити дані про перебування цих вантажів треба вручну, що приховує у собі загрозу помилок з неухважності. Також програми можуть пропонувати оптимізацію розміщення контейнерів, але вже після того, як дані про нього було внесено. А якщо контейнер встановлено і лише потім внесено в програму, то доведеться переставляти його, тобто витратити додатковий час та ресурси.

Зазначені системи мають такі недоліки:

- необхідність купувати вантажні крани, які реалізують уже готові алгоритми автоматизованого завантаження, що вимагає вливання значних коштів за відносно короткий проміжок часу;

- закритість коду програм, що не дозволяє гнучко налаштовувати програму для потреб того чи іншого судна/порту/транспортної компанії;

- висока ціна на продукти фірм, які пропонують аналогічні системи (наприклад DELFTload коштує 150 євро за одну ліцензію);

- націленість на певний, конкретний тип суден, неуніверсальність;

- недостатній рівень автоматизації у програмних продуктах (необхідність вручну вносити дані про перебування чи відсутність певного контейнера на судні);

Тому постає актуальне питання щодо встановлення контролю над процесом завантаження в портах для забезпечення правильності розміщення, дотримання показань ваги на різних зонах корабля, дотримання правил техніки безпеки при розміщенні контейнерів з вантажами різних класів “небезпечності”.

Інформація про судно та його параметри має зберігатися у доступному для різних програмних засобів вигляді, що дозволить відносно легко створювати нові інструменти для роботи з цими даними. Проте в той же час має існувати можливість забезпечувати певну конфіденційність за необхідності. Певні види вантажів мають певні правила розміщення. Відповідно до цих правил має підбиратися правильна позиція для контейнера. Також ця система має допомогти отримати доступ до контейнерів, які мають бути вивантажені в порту, тобто потрібна оптимізація розміщення відповідно до маршруту для найкращої позиції кожного контейнера при максимальній завантаженості корабля.

## II. ОСНОВНА ЧАСТИНА

На всіх GPS-системах у порту судна є точкою, що дуже ускладнює контроль за процесом завантаження, так як дослідити положення тіла на основі даних GPS не можна. Використання цієї технології перше, що спало на думку, коли мова зайшла про контроль за місцезнаходженням об'єктів. Так як перевізники не можуть ніяк модифікувати контейнер, то варіант із зовнішнім маркуванням також відпадає. Треба знайти спосіб контролювати положення тіла, який би не передбачав ніяких додаткових об'єктів-орієнтирів та дозволяв залишити контейнер саме у тому вигляді, в якому його надав клієнт. Відповідно до цих вимог було обрано координатний метод контролю.

Кожне тіло має координати в просторі. Увівши певну точку відліку можна точно сказати про місцезнаходження об'єкта у просторі. Звісно, одного набору координат буде замало інакше ми стикатимемося з ігноруванням фактичних розмірів тіла. Якщо ми розглядаємо контейнер (рис. 1), то говоримо про прямокутний паралелепіпед із заданими розмірами. Ідеально описати його положення у просторі можна зафіксувавши координати (x, y, z) усіх його вершин відносно певної базової точки (початку координат), але для спрощення, маючи розміри того чи іншого контейнера можна обмежитися координатами чотирьох точок, координати нижньої основи можна розрахувати, якщо вона буде паралельна до земної поверхні. Паралельність можна оцінити розглянувши координати z точок верхньої основи.

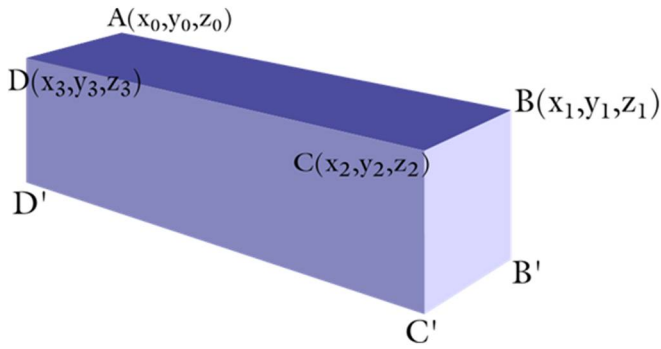


Рис. 1. Фіксовані точки для визначення координат (A' прихована)

Система працюватиме наступним чином:

1. Крановий, отримавши координати потрібного контейнера підіймає його краном. В момент зчеплення в базі виконується пошук інформації про вантаж, який буде перенесено. Отримавши розміри контейнера розраховуються координати всіх інших вершин.

2. Виконується переміщення контейнера на судно відповідно до координат, які були задані капітаном для даного контейнера.

3. Після того, як контейнер було встановлено на потрібне місце, суднова частина системи оповіщається про це. В портову базу відправляється команда, які підтверджує успішне перенесення вантажу.

Для того, щоб програма на борту корабля могла перевірити правильність розміщення треба мати карту зон завантаження з усіма потрібними параметрами. Під час старту система зчитує ці дані зі спеціального файлу і працює з ними не змінюючи оригінальний файл. Для можливих змін та корекцій можна застосовувати спеціальну утиліту, яка поставлятиметься разом з основною програмою.

В якості основи для файлу з параметрами судна було взято формат XML. Це дозволить використовувати карту з багатьма програмними інтерфейсами так як механізм запису/зчитування в XML безпосередньо чи через сторонні бібліотеки підтримують всі основні мови програмування.

На рис. 2 наведено карту збереження вантажів, інтерфейс якої дозволяє налаштувати специфічні параметри та оновити, чи відкоригувати карту, та на рис. 3 наведено приклад файлу в якому описані зони завантаження корабля.

Якщо ж власники корабля чи певні вимоги з безпеки обмежуватимуть відкритість даних, всю цю інформацію можна зберігати у бінарному файлі, тоді ніхто сторонній, не знаючи алгоритму заповнення цього файлу не зможе зчитати звідти корисну інформацію. На рис. 4 показано спробу зчитати бінарний файл за допомогою текстового редактора.

Спеціальна утиліта знатиме точно структуру такого файлу щоб, за необхідності, зчитати його чи змінити вносячи корективи у відповідні місця файлу. Для підтримки найвищого рівня захисту, якщо в цьому постане

необхідність, можна додатково скористатися синхронними механізмами шифрування такими як AES чи RSA.

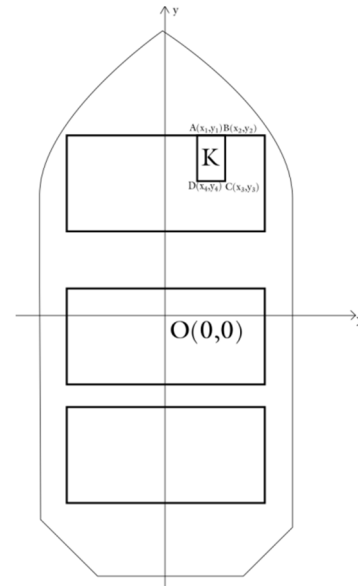


Рис. 2. Карта збереження вантажів, K - контейнер для прикладу, який характеризує розміщення

```

Відкрити XMLShipMap.xml
~/C:\SharpProjects\Mono\ShipMap\bin\Debug
<?xml version="1.0"?>
<ShipMap xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance">
  <areas>
    <anyType xsi:type="RectArea">
      <angles>
        <Point>
          <X>10</X>
          <Y>20</Y>
        </Point>
        <Point>
          <X>40</X>
          <Y>20</Y>
        </Point>
        <Point>
          <X>40</X>
          <Y>5</Y>
        </Point>
        <Point>
          <X>10</X>
          <Y>5</Y>
        </Point>
      </angles>
    </anyType>
    <anyType xsi:type="RectArea">
      <angles>
        <Point>
          <X>5</X>

```

Рис. 3. Приклад фрагменту файлу з характеристиками корабля

Всі модулі, встановлені на кранах відправлятимуть інформацію на суднову частину системи. Вона являє собою комп'ютер приєднаний до роутера, який створює мережу через яку здійснюються комунікації. На комп'ютері встановлено програмне забезпечення, яке виконує обробку всіх даних, які надходять від кранів. Заповнюється судновий реєстр вантажів, який являє собою надбудову над картою завантаження і, по суті, поєднує координати інформацію про місцезнаходження об'єкта і дані про цей об'єкт. Напрямку з даними, які надходять з мережі працюватиме лише один програмний модуль. Буде відбуватися логування та занесення контейнера до суднового реєстру вантажів. Всі інші програмні модулі працюватимуть з ним. В програмі передбачено графічний інтерфейс користувача, який дозволяє відобразити розміщення контейнерів на кораблі, модуль, який дозволяє

