

КОМПЮТЪРНО МОДЕЛИРАНЕ НА РАБОТАТА НА АВТОМАТИЗИРАНА СКЛАДОВА СИСТЕМА

Красимир Кръстанов

kkrastanov@vtu.bg

*Висше транспортно училище "Тодор Каблешков",
катедра "ПТСМС", ул. "Гео Милев" 158, София 1574,
БЪЛГАРИЯ*

Ключови думи: компютърен модел, компютърна симулация, автоматизирана складова система, трансманипулатор, транспортър, стелаж

Резюме: Изследването на работата на дадена автоматизирана складова система чрез компютърно моделиране е процес на конструиране на модел на реален обект (система) и постановка на изчислителен експеримент на този модел, с цел определяне или изследване поведението на системата, или оценяване на различни стратегии (алгоритми), обезпечаващи функционирането ѝ.

Използването на компютърна симулация на работата на автоматизираните складови системи е един от важните етапи при тяхното проектиране и при оптимизирането им.

С настоящата разработка се цели да се моделират параметрите на работа на дадена автоматизирана складова система.

За целта на изследването е създаден компютърен модел на автоматизиран склад чрез използване на програмата Wirthsim, включващ трансманипулатор, два стелажни блока, образуващи коридор между тях и два ролкови транспортъра (входящ и изходящ за системата).

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Компютърно моделиране е един от най-мощните инструменти за опознаване, анализ и проектиране, с който разполагат специалистите, отговорни за разработката и последващото функциониране на сложните складови системи.

Автоматизираните складови системи за складиране на товари, с използването на трансманипулатори максимизират използването на наличното пространство благодарение на възможността за складиране във височина и необходимостта от тесни работни коридори.

Същността на методологията на компютърното моделиране се състои в замяна на изходния технологичен обект с неговия "образ" - математически модел и последващо изучаване на модела с помощта на компютърно реализирани изчислително-логически алгоритми или софтуерен продукт.

В следствие на построяването на модела и последващите симулации с използване на теорията на опашката е изследвана работата на системата и броя на обслужваните заявки във входящия и изходящия ѝ клон за различни зададени

интервали от време на постъпване на товарните единици при различни скорости на обслужване.

Чрез използването на теорията на опашките могат да се изчислят средната продължителност на чакането (или забавянето); средната дължина на опашката; брой на постъпилите заявки, отклонени без да бъдат обслужени. При създаването на модела е допуснато, че заявките ще пристигат случайно, независимо една от друга; интервалите между всеки две последователни пристигания ще са случайни. Моделът може да се прилага за анализ на реални ситуации на опашки.

2. ИЗБОР НА МЕТОД ЗА СИМУЛАЦИЯ

Моделите, които могат да бъдат използвани биват: интуитивни, математически, физически [2]. Интуитивните модели се реализират от експерти в дадената област, които на база знанията и опита, който притежават, провеждат мислени експерименти с цел определяне на степента на съответствие на изискванията или оценка по определен критерий.

Математическите модели позволяват да се оцени дадена ситуация с помощта на формули, системи уравнения, алгоритми и други.

Физическите модели представят възможност за изпитване и вземане на решения при експерименти с реални или опростени физически системи.

Една от формите на аналитична симулация включва използването на случайни числа за стойности на случайните параметри. Monte Carlo методът е една класическа процедура. Използвайки случайни числа за подходящо примерно вероятностно разпределение, получаваме криви на разпределението, които ползваме при симулацията.

Използвана е компютърна симулация тъй като този вид симулация предполага използването на програма за създаването на модел на системата и осигуряваща възможност за експериментиране. Така компютър с подходящ софтуер се използва за моделиране на системата, извършване на изчисления и на промени в състоянието и модела, както и натрупване и анализ на данни за работата [3].

3. ИЗБОР НА СОФТУЕР ЗА КОМПЮТЪРНА СИМУЛАЦИЯ

Определянето на подходящ софтуер като инструмент на изследването е на основа на резултатите обобщени в Таблица 1.

Таблица 1

Симулационен език	Описание
GASP IV	Симулационен език базиран на FORTRAN
GPSS	Език и софтуер за DES (<i>Data Encryption Standard</i>)
GPSS/H	Развитие на GPSS
SIMAN	Език и софтуер за DES и непрекъсната симулация
DOSIMIS-3	Симулация на логистични системи
ARENA	Симулационен софтуер основан на симулационния език SIMAN
WirthSimTM	Софтуер за симулация на материални потоци

От данните в Таблица 1 можем да заключим, че по критерий “новост” и “универсалност” най-подходящи са симулационните софтуерни DOSIMIS-3, WirthSimTM

При компютърна симулация на логистични задачи успешно се прилага и DOSIMIS-3. Значителен брой изследвания се занимават със симулиране на работата на автомати-зирани складови системи. Някои от тях са разработени за големи

индустриални концерни и моделите са толкова удачни, че резултатите от симулацията се приемат като правила.

Системата за симулации с общо предназначение (GPSS) на IBM Corp. е транзактно ориентирана симулационна среда, имитираща пространственото движение на обекти (транзакти) при фиксирана функционална структура.

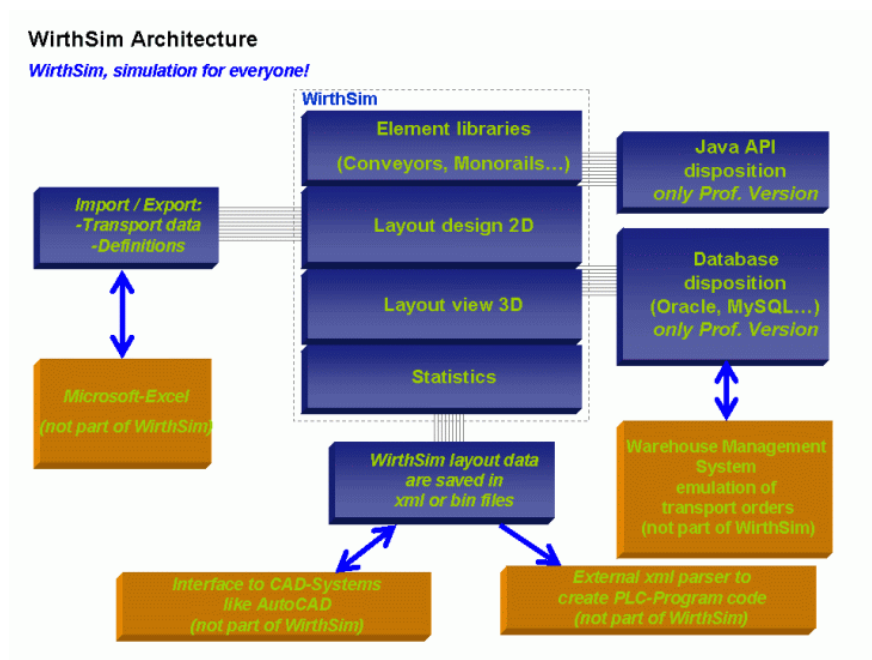
Симулацията е по-полезен инструмент при симулиране на производствени и транспортни системи - добавяне и сменяне на местата на събиратели, промяна в средното време за смяна на инструмента. За това са спомогнали и езици за симулиране като SLAM II, SIMAN, SEE WHY I и нови версии на GPSS.

ARENA е симулационна система, представляваща завършена и гъвкава среда за моделиране, комбинирана с лесен за ползване графичен потребителски интерфейс.

С програмата WirthSim™ лесно може да бъдат създавани компютърни складови симулации, като симулацията може да бъде програмирана според изискванията към съответната складовата система.

При така формулираната цел на компютърната симулация е необходимо да се определи при каква продължителност на наблюдение ще се оценяват получените резултати от функционирането на модела и съответно - ще се оценява един или друг, прилаган метод.

За построяване на модел в WirthSim™, се предоставят модули, за описване на дадената ситуация. Броят и видът на модулите е внимателно подбран за да се получи добра, гъвкава комбинация с лесно използване. Всички модули и елементи необходими за направата на модела са в библиотеката на софтуера.



Фиг.1 Архитектура на софтуера WirthSim™

4. МОДЕЛИРАНЕ С ИЗПОЛЗВАНЕТО НА ТЕОРИЯ НА ОПАШКИТЕ

Обслужването се осъществява от едно устройство /трансманипулатор/, с интензивност на обслужване I и закон за разпределяне на времето за обслужване t_0 [3]:

$$(1) \quad m = \frac{1}{t_0}.$$

СМО се характеризират и с коефициент за натоварване или капацитет

$$(2) \quad r = \frac{l}{m}$$

Основните показатели приети за работа на СМО са:

- среден брой заявки в системата - n_c ;
- среден брой заявки, чакащи обслужване - n_a ;
- вероятност в системата да има k заявки p_k ;
- средно време за престой на заявките в системата - t_0 ;
- средно време за чакане на обслужване в опашката - t_a ;
- вероятност за отказ да не се реализира обслужване - p_0

Теорията на опашките е подходяща за изследване на автоматизирани складови системи, поради факта че е могат да бъде симулирано обслужването на голям брой постъпили и напуснали системата товари.

Характерна за складовия процес е значителната неравномерност на постъпването на товарите и товаропотоците в различните интервали в дните на седмицата и в часовете на денонощието. Едно от основните предимства на теорията за масово обслужване пред детерминирани методи е отчитане неравномерността чрез коефициента на вариации.

За определяне на периода на постъпване и обслужване на заявките може да бъде използвано и управнението на Литъл:

$$(3) \quad N = I \cdot T$$

където:

N е среден брой поръчки в системата;

λ - коефициент за среден брой пристигнали заявки за определен период от време (средно равнище на пристигнали заявки);

T - среден период (време) за обслужване на 1 заявка (average service time).

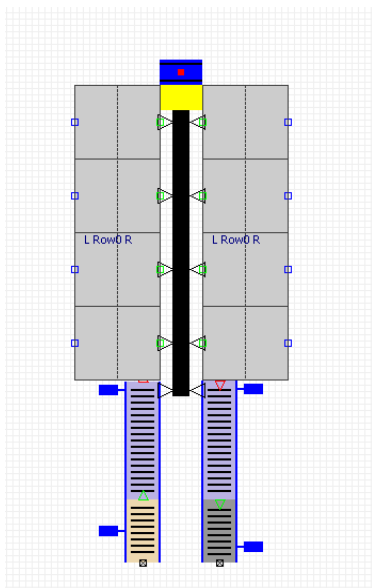
5. СЪЗДАВАНЕ НА СИМУЛАЦИОННИЯ МОДЕЛ

Създаването на модела на автоматизираната складова система е подчинено на следната последователност:

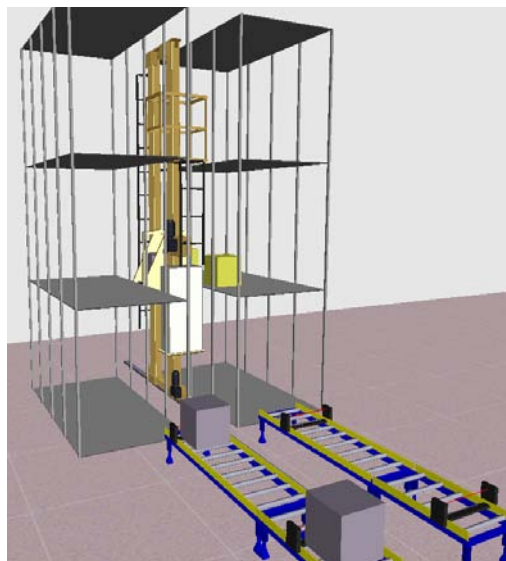
- чрез използване на готови модули построяваме последователно трансманипулатора и стелажните клетки от двете му страни, така че между тях да се образува коридор за движение на машината;
- чрез маркиране на машината и стелажите дефинираме параметрите им съобразно реално използвани такива срещани и използвани в практиката;
- когато са вече свързани трансманипулатора и стелажите чрез използване на готов модул моделираме и два транспортъора /входящ и изходящ/ за системата;
- в програмата чрез използване на теория на опашките определяме времеви интервал в който ще се извършва симулацията и брой на заявките /товари/ които ще постъпват и ще бъдат обработвани в системата.
- избираме съгласно използване на данни от реална система скоростите на движение на трансманипулатора, размерите на между стелажния коридор, на стелажите и на ролковите транспортно-разпределителни системи.

След построяване на модела, могат да се въвеждат различни данни от познати машини или системи за да се управлява симулацията на системата и да се анализира получената информация след нейното завършване.

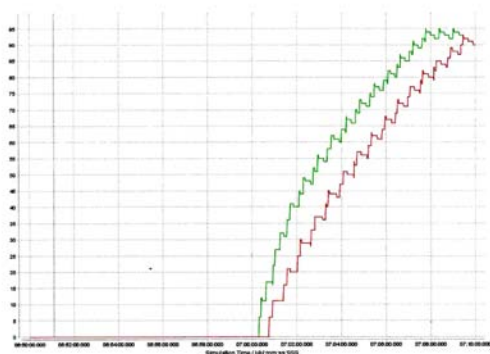
Крайният резултат от създаването на компютърния модел на автоматизирана складова система е представен на фиг.2.



Фиг.2 Симуляционен модел създаден с използването на WirthSim™

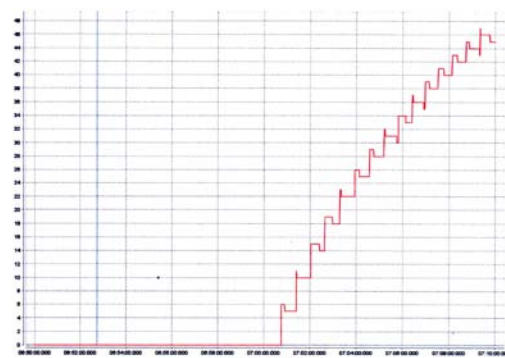


Фиг.3 3D симуляционен модел на автоматизираната складова система



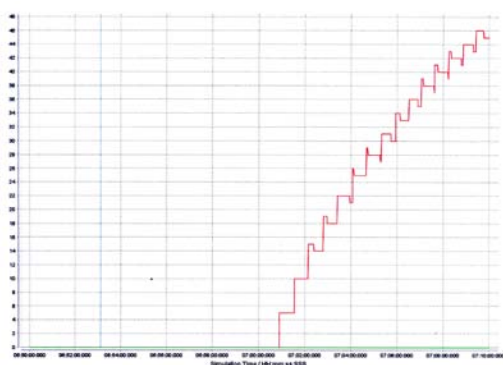
Summary total

Total in	30	TUs
Total out	30	TUs
All	60	TUs
Total throughput in	90	TUs/hour
Total throughput out	90	TUs/hour
Total throughput all	180	TUs/hour



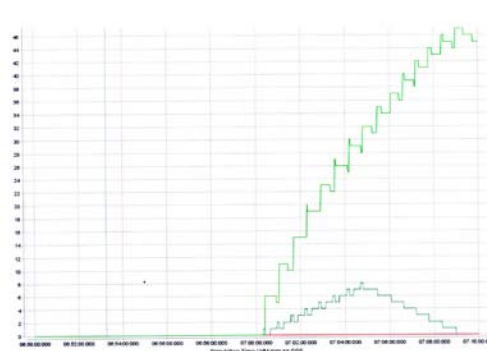
Extraction

Total out	15	TUs
Total throughput out	45	TUs/hour



Rack 1

Total in	15	TUs
Total out	0	TUs
Total throughput in	45	TUs/hour
Total throughput out	0	TUs/hour



Rack 2

Total in	0	TUs
Total out	15	TUs
Total throughput in	0	TUs/hour
Total throughput out	45	TUs/hour

Фиг.4 Графични зависимости отразяващи работата на складовата система

6. РЕЗУЛТАТИ ОТ СИМУЛИРАНЕ НА РАБОТАТА НА АВТОМАТИЗИРАНАТА СКЛАДОВА СИСТЕМА

Въз основа на създадения симулационен модел на фиг.2. чрез програмната система WirthSimTM е извършена симулация на работата на автоматизираната складова система, като за изследването се задават скорости на работа на трансманипулатора, чрез използване на съществуващи конструкции, както и размери на стелажите и параметри на транспортърите.

Използват се някои данни от автоматизирания склад – система на фирма KNAPP реализиран от «Софарма Трейдинг» АД.

Най-съвременният логистичен терминал е разположен на площ от 10 000 кв. м. и разполага с 2400 палетоместа и 17 рампи за камиони и лекотоварни автомобили В случая параметрите на системата които сме избрали за построяване на модела са:

- скорост на трансманипулатора – 6 m/s
- широчина на междустелажния коридор – 1,8 m
- размери на стелажния блок – L = 100 m, H = 16 m
- подаване на ТЕ към транспортъра – посредством виличен кар нископовдигач.

Модела се стартира и при зададени времена за начало и край на симулацията и интервал на работа на системата от 10 минути се получават следните графични зависимости:

7. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представени са графични зависимости на работата на входящите и изходящите транспортъри и на броя на преминалите през тях товари за зададени интервали от време, като резултатите могат да бъдат съпоставени при различни зададени скорости на работа на складообслужващата машина.

Исходните резултати от симулацията позволяват да се анализира потока на заявките към всеки от клоновете на системата, като в цифров вид е представена минималната, средната и максималната стойности на честотата на постъпващите и напускащите системата заявки.

С програмата WirthSim лесно може да бъдат създавани компютърни складови симулации, като симулацията може да бъде програмирана според изискванията към съответната складовата система или клиентско решение. При зададени по – кратки времена за изпълнение получените данни са по – точни.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Доцев, Д., А., Компютърна симулация на поточни монтажни системи. Научни трудове на Русенски Университет “Ангел Кънчев”, том 37, серия 2, 238 - 243, ISSN 1311-3321, 1999.

[2] Райков А., Райков Е., Томов П., Компютърна симулация на работата на автоматичен комплекс за дозиране и опаковане на кръгли клечки за зъби XVII ННТК с международно участие „АДП-2008”, 2008

[3] Кръстев, Михайлов, Спасов, Бояджиев, Складови и транспортно-складови системи, С., Техника, 1992

[4] www.wirthsim.com

[5] Данни от Софарма Трейдинг АД - София