

МЕХАТРОННА ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛНА СИСТЕМА  
ЗА АНАЛИЗ НА МОНТАЖНИ ОПЕРАЦИИ, РЕАЛИЗИРАНИ  
ОТ ПРОМИШЛЕНИ РОБОТИ ТИП "SCARA".

Роман Захариев, Нина Вълчкова.

Централна лаборатория по мехатроника  
и приворостроене - БАН,  
ул. "Акад. Георги Бончев", блок 1,  
1113, София.

РЕЗЮМЕ

Интензивното развитие на робототехниката в света постави нови изисквания към стратегията и средствата за контрол и диагностика на технологичните процеси, реализирани с помощта на промишлени роботи. От гледна точка на моделирането на тези процеси е необходимо разглеждането на затворена система, като се отчита взаимното въздействие на механика и електроника с помощта на последните достижения в областта на информатиката. За реализиране на контрол и диагностика на високо йерархично ниво е необходимо комплексно изследване на управляемите манипулационни системи с отчитане на податливостта на елементите на конструкцията, динамиката на системата и главините в предавките на монтажния робот.

1. ВЪВЕДЕНИЕ.

Обект на направените изследвания е типова монтажна технологична операция "вал-отвор", реализирана от промишлен робот тип "SCARA". За целта монтажния робот е съоръжен със сензорна система, отчитаща въздействието на външната среда и

изпълняващ т.нар. "податливи движения" в процеса на монтажната технология. За изпълнението на тази задача е необходимо осъществяването, както на управление по положение, така и на управление по сила. Ето защо реализираната експериментална установка има йерархична структура с високо ниво за контрол и диагностика, отчитащи допълнителна сензорна информация за управлението на задвижващата подсистема на робота.

## 2. ОПИСАНИЕ НА ЕКСПЕРИМЕНТАЛНАТА МЕХАТРОННА СИСТЕМА.

В процеса на функционирането си мехатронната система взаимодействува с реалния физически свят посредством сензорната си подсистема и получава информация за работната среда и изпълнителните си органи чрез съвкупност от сензори. Броят и типът на сензорите до голяма степен определя универсалността на дадена мехатронна система, а "интелектуалните" им възможности се определят от програмното осигуряване на управляващата подсистема. Въз основа на постъпващата информация от предварително формулираните задания, работното пространство и натрупания опит, тази подсистема планира движението на изпълнителните механизми на мехатронната система. В конкретния случай се планира движението на манипулационната система на промишления робот и се управлява взаимодействието и синхронизацията на всички останали подсистеми.

Структурата на мехатронната система обединява три подсистеми:

- за въздействие върху външната среда (манипулатор);
- за възприемане на информацията от външната среда (сензори);

- за интелигентна дейност - управление на робота и управление на експеримента (управляваща подсистема).

Всяка една от тези подсистеми може да се разглежда като представител на съответните технически науки - механика, електроника и информатика. Използвайки последните им достижения се обезпечават тяхното взаимодействие и изграждането на мехатронна система за контрол и диагностика на монтажни операции, реализирани от промишлен робот тип "SCARA" (фиг.1).

Оригинално в случая е устройството за управление на експеримента, което се състои от микропроцесорно устройство регистриращо сигнала от силевите сензори, микропроцесорно устройство за анализ на видеонизображението и базов компютър, който координира дейността между тях. Тук може да се напише следващото уравнение:

$$\varphi = I_1 / I_2; \quad (1)$$

където:

$\varphi$  - коефициент на корелация;

$I_1$  - информация за теоретичната работна област /априорна информация/;

$I_2$  - информация за работната област получена от видеосензора /текуща информация/.

Чрез сравняване на априорната и текущата информация се идентифицира актуалното положение на обектите в работната област на робота. В зависимост от стойността на този корелационен коефициент, изчислен чрез уравнение (1), базовият компютър формира задачите към управлението на робота и по точно към неговата задвижваща подсистема. Идеалният случай е, когато коефициента е равен на единица. Тогава теоретичната и реалната обстановка са идентични и се покриват напълно.

За успешния завършек на монтажния процес от съществено значение е попадането на вала в отвора на втулката и оптималната траектория на преместване на подвижния детайл спрямо неподвижния. Решаването на тази задача предполага разглеждането на следните две подзадачи:

1. Формално описание на проблемната среда, с която взаимодействува промишления робот, чрез дефиниране вида и количеството априорна и текуща информация, необходима за съгласуваното взаимодействие на всички подсистеми.

2. Създаване на алгоритми за адаптация, позволяващи актуализацията на заложената стратегия на действие при наличие на определени структурни или метрични изменения на проблемната среда.

Решаването на тези подзадачи обединява двете основни тенденции в развитието на роботизирания монтаж:

- непрекъснато повишаване степента на неопределеност на проблемната среда;
- разширяване и повишаване на адаптивните възможности на промишления робот.

Проблемната среда  $E$ , дефинирана като множество на възможностите на възможните ситуации, се описва по следния начин [1]:

$$E = \{ N, I, U, \Phi, F \} \quad (2)$$

където:

$N = \{ n \}$  – представлява множество от обектите;

$I = \{ i \}$  – множеството на пространствените и временни отношения между тях;

$U = \{ u \}$  – множество от действия на робота;

$\Phi = \{ \phi \}$  – множество от закони на изменение на проблемната среда;

$F = ( f )$  – множество от смущаващи фактори.

Априорната информация за проблемната среда се задава чрез дефиниране на някои структурни и метрични характеристики на споменатите множества. Очевидно е, че наличието на голяма по обем априорна информация намалява съществено степента на неопределеност на средата.

Множеството на пространствените и временни отношения I се формира априорно и текущо, чрез информация от видеоизображението и сило-моментните сензори.

### 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА ПОСТАНОВКА.

На фигура 2 е показана мехатронната система за експериментални изследвания на промишлени роботи, реализирана в Централната лаборатория по мехатроника и приборостроене – БАН. За провеждане на експериментални изследвания с използване на различна по вид сензорна информация бе разработено специално за целта "Устройство за експериментални изследвания". То включва микропроцесорно устройство, обработващо информация от тактилните датчици, и микропроцесорно устройство за сигнала от видеоизображението. Тяхната информация постъпва и се обработва от базов компютър. Обработената информация се подава към управляващото устройство на робота за сравняване със зададените параметри. В тази лабораторна мехатронна система за експерименталните изследвания се използва информация от тактилни датчици и сигнали от видеоизображението.

Тактилните сензори осигуряват информация, допускаща прецизни движения на манипулационната система на промишления робот при прехода от свободно движение в среда без препятствия към движения, при които са наложени ограничения върху степените на подвижност на изпълнителното звено. Информацията

на подвижност на изпълнителното звено. Информацията от тактилните сензори е логическа, т.е. те сигнализират наличието или липсата на контакт, без да дават количествено измерение на величината му.

Компютърното зрение включва трансформация, анализ и интерпретиране на образа. При трансформацията на образа се извършва преобразуване на светлинните образи в цифрова форма, удобна за компютърна обработка. Това преобразуване се извършва от микропроцесорното устройство, обработващо сигнала от видеоизображението. Анализът на образа обхваща определяне на ръбове, очертания, форма (евентуално цвят) на елементите от възприетия образ. Тази информация се използва при интерпретирането на предмети с използването на съответна база данни или знания, заложен в паметта на базовия компютър.

#### 4. ИЗВОДИ

Предложената мехатронна система за експериментални изследвания позволява при изпълнение на планирано движение от промишления робот да се избегнат случайни препятствия в работната зона и да се анализират характерните параметри на монтажната операция. Реализираните от монтажния робот тип "SCARA" технологични монтажни операции могат лесно да се диференцират на отделни елементарни движения, изпълнявани от робота, с оглед създаването на оптимална роботизирана монтажна технология.

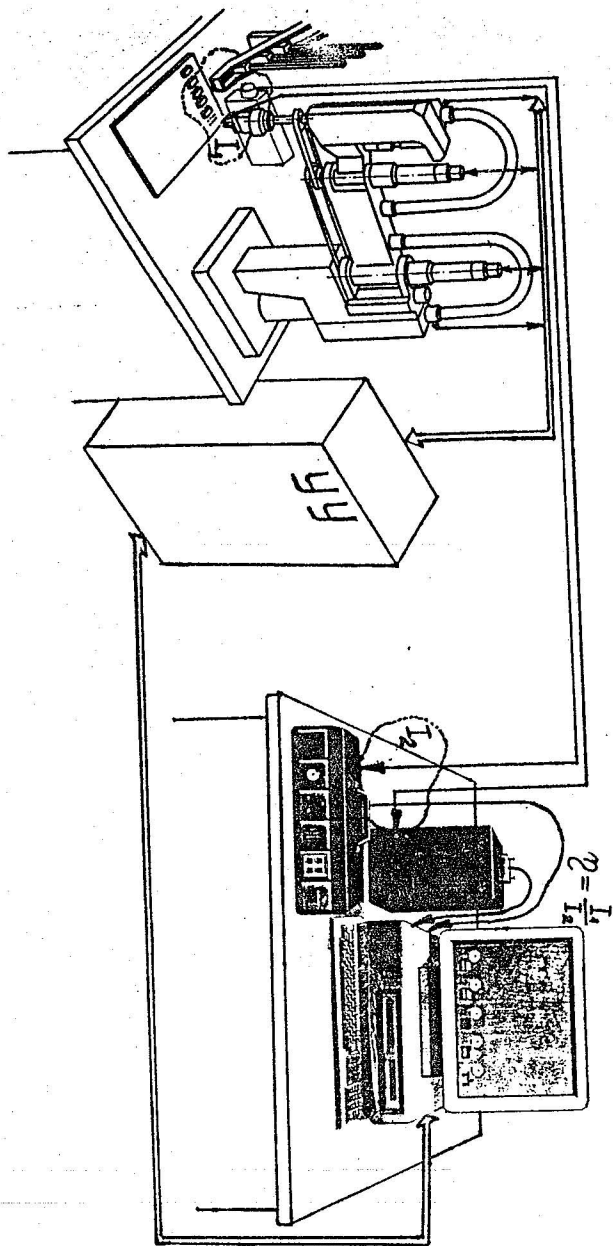
#### 5. ЛИТЕРАТУРА.

1. Захариев Р. и др. Сенсорная информационная система в Мехатронике. Сп. "Проблемы машиностроения и автоматизации", Москва, 1995 г. /Под печат/.

2. Захариев Р. Технологична монтажна операция "винтозавиване" изпълнена от робот със селективна податливост и сензорна система. Научна конф. "Прогресивни машиностроителни технологии", гр. Русе, 1993 г. том 4, стр. 254-262.

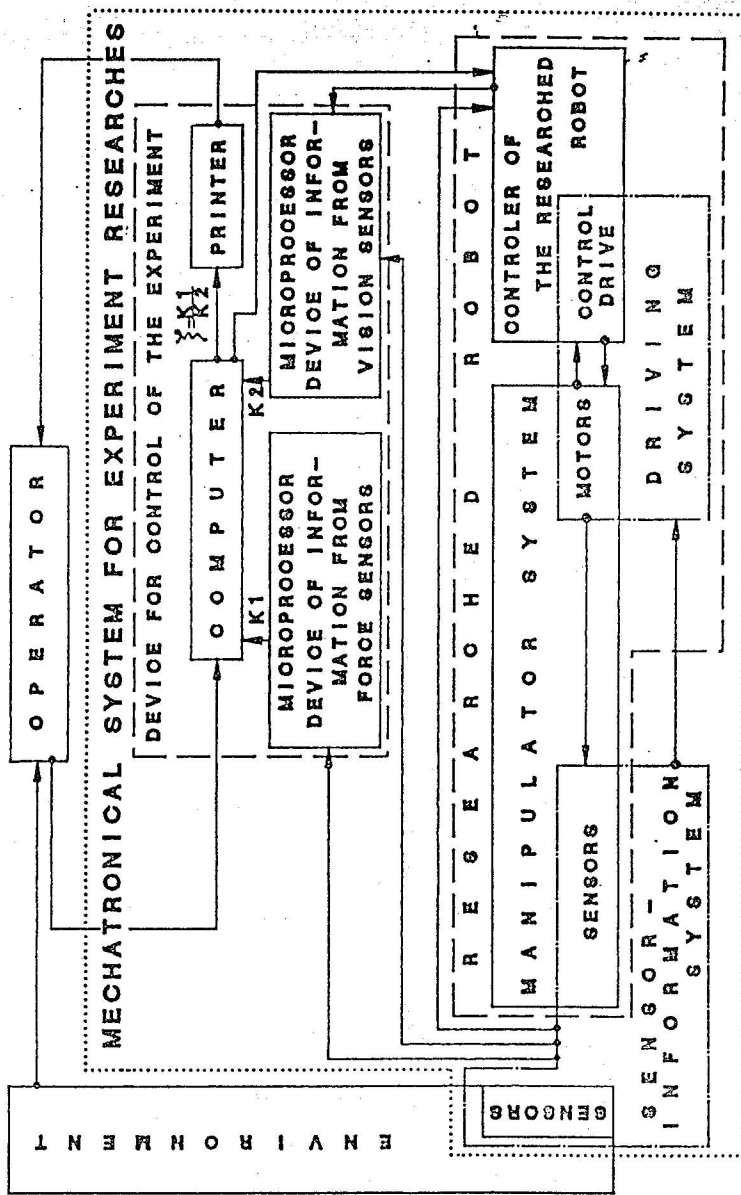
Б. Стоянов Б., Захариев Р. и др. Изследване възможностите за вграждане на силомоментни сензори в промишлени роботи. Проблеми на техническата кибернетика и роботика, N 28, БАН, София, 1987. стр. 78-84.

6. Стоянов Б., Захариев Р. Экспериментальное исследование силомоментных сенсоров в сварочных роботах. Ровкон 4, Международная конференция по промышленным роботам, София, 20-23.10.1987. стр. 455-462.



Фиг. 1. Мехатронна інформаційно-вимірювальна система





Фиг. 2. Мехатронна система за експериментални изследвания