

14. ВИВЧЕННЯ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ПР ЧЕРЕЗ ІНТЕРНЕТ

Промислові роботи зараз уже є невід'ємною частиною автоматизованих виробництв. Причому не лише в автомобільній індустрії, а майже в усіх галузях вони стали обов'язковим компонентом виробничої техніки. Тому в освіті інженерів, націлених на практику, необхідно враховувати, що робототехніка – центрова дисципліна у багатьох навчальних напрямках, таких як техніка автоматизації, прикладна інформатика, машинобудування, мехатроніка і технологічне обладнання. При цьому вирішальним значенням є те, що теоретичні знання перевірялись і доповнювались безпосередньо на приладі.

Роботизовані системи, особливо коли вони разом з додатковими периферійними компонентами складають виробничі комплекси, являють собою надзвичайно складні інтегровані прилади. Вони складаються із систем програмного керування, керованих приводів, механічних передавальних елементів, маніпуляторів, засобів передачі даних, верхнього рівня обслуговування (програми і пристрої).

Наприклад, робот, елемент обробки, сенсорна система, транспортна система – складають єдиний комплекс.

Через великі інвестиційні витрати подібні прилади частіше пропонуються для віддаленого навчання через Інтернет для того, щоб досягти більш широкого використання, ніж при безпосередньому застосуванні. Зрозуміло, що такі складні системи ставлять підвищені вимоги до технічної реалізації віддаленого доступу і перш за все до захисту від перебоїв.

Далі описуються два лабораторні експерименти на стандартних промислових роботах абсолютно різної конструкції (рис. 14.1). Прилади споруджено в лабораторії роботів РУТЕ [38, 39, 43].

Слід зазначити, що при проведенні цих експериментів не вимагається будь-якого стороннього спостереження обслуговуючого персоналу. Установки доступні для віддаленого доступу (7 днів на тиждень і 24 години на добу) і для дистанційного керування в якій завгодно час.

Як позначено на рис. 14.1, пристрої упродовж виконання експерименту доступні для спостереження через керовані веб-камери. Виконання експериментів у будь-який час повинно бути доповнено гарантованим супутнім освітленням, на яке не впливав би час доби і освітленість кімнати.

Таке ладнання виконано програмно таким чином, що при активізації веб-камер і початку передачі даних через сервер вмикаються освітлювальні пристрої.

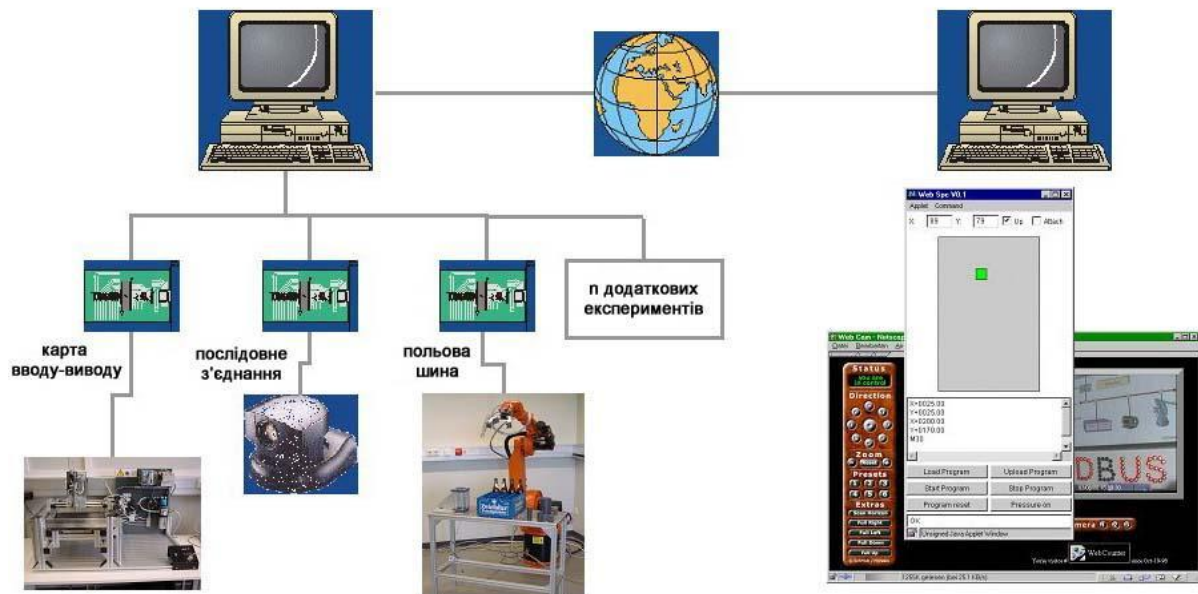


Рис. 14.1. Два приклади промислових роботів для дистанційних експериментів у PУTE

14.1. Вивчення динамічних характеристик ПР типу KUKA KR 6—2

Для цього експерименту використовується промисловий робот з 6-ма ступенями рухомості типу KUKA KR 6—2 (рис. 14.2). Робот обладнаний захоплювачем, який може працювати з циліндричними предметами [43]. Крім того, встановлено лазерний вимірювальний прилад, за допомогою якого можна вимірювати відстань до 0,5 м.

Робот обладнаний комп'ютерним керуванням KRC2. Прикладне програмування робота здійснюється спеціальною високорівневою мовою KRL.

Оскільки керування роботом виконується промисловим комп'ютером і через цей комп'ютер також проводиться обслуговування і програмування (налаштування) системи, то можна досить просто реалізувати інтерфейс системи за допомогою стандартного програмного забезпечення (pcAnywhere, PCduo, VNC) для відображення через Інтернет на віддаленому клієнтському ПК.

Таким чином, система цілком відкрита віддаленому користувачу і він міг би виконувати всі без виключення операції, так само як і при локальному доступі. Ця якість дистанційного керування має використовуватись тільки тоді, коли під час дистанційного доступу з обох боків присутні експерти – тоді найменші помилки програмування або експлуатації можна передбачати й уникнути. Цей захід прийнятий для того, щоб попередити неприпустимі переміщення або маніпуляції робота, які можуть призвести до псування чогонебудь. Наприклад, робота, оброблюваної деталі та ін.

Для лабораторних експериментів може бути встановлена система захисту від неприпустимих команд, тобто від команд, які можуть призвести до якогонебудь пошкодження або псування. Але такий спосіб захисту не придатний для

даного проекту, оскільки передбачає наявність обслуговуючого персоналу, з одного боку, і досить високої кваліфікації, з другого.



Рис. 14.2. ПР типу KUKA KR 6—2 і його складові частини

Концепція

Вирішальним у концепції проведення цих експериментів є те, що ступінь впливу користувача на процес виконання наперед визначений, і те, що дистанційний доступ точно обмежений.

Даний експеримент слугує прикладом для таких основних ознайомлювальних дій:

- вивчення здатності до переміщення промислового робота;
- виконання простих практичних завдань і вимірювань;
- оцінка динаміки переміщення робота.

Для цього експерименту розроблені послідовності наперед підготовлених команд. Користувач може вільно вибирати і давати команду на виконання однієї з цих послідовностей (підпрограми), кожна з яких відповідає певному рівню знань. Дані про вибрану користувачем програму передаються через Інтернет. Далі починається виконання цієї програми.

Хід виконання

Спочатку користувач (якщо він побажає) може за допомогою початкової інформації ознайомитися з основами робототехніки, мотивацією, метою і цільовою групою випробування для того, щоб орієнтуватися в тому, що відбувається, і мати уявлення про технічну реалізацію системи.

Після того, власне, починається виконання експерименту.

За допомогою надання персональних даних, у тому числі й адреси електронної пошти, проходить ідентифікація користувача. Головне призначення цих даних полягає в тому, щоб користувач міг пізніше, після перевірки, одержати повідомлення про те, що виконання пройшло успішно і вся робота в цілому зарахована.

Далі йде ряд питань до розгляду, за допомогою яких користувач може оцінити свої знання. Уся інформація для засвоєння або відновлення знань подана в електронній формі.

Після отримання виклику на виконання програма починає в режимі on-line виконувати такі кроки (рис. 14.3):

- перше вимірювання деталі за допомогою лазерного сенсора;
- захоплення, сортування, встановлення деталей одна на одну, друге вимірювання.

При виконанні програми одержані дані передаються користувачу, обробляються і результат виводиться у відповідні поля.

Під час наступного кроку виконується динамічна частина програми робота.

Викликається частина програми, в якій робот починає переміщати лазерний датчик до вимірюваного об'єкта. Швидкість при цьому зростає аж до максимальної (рис. 14.4).

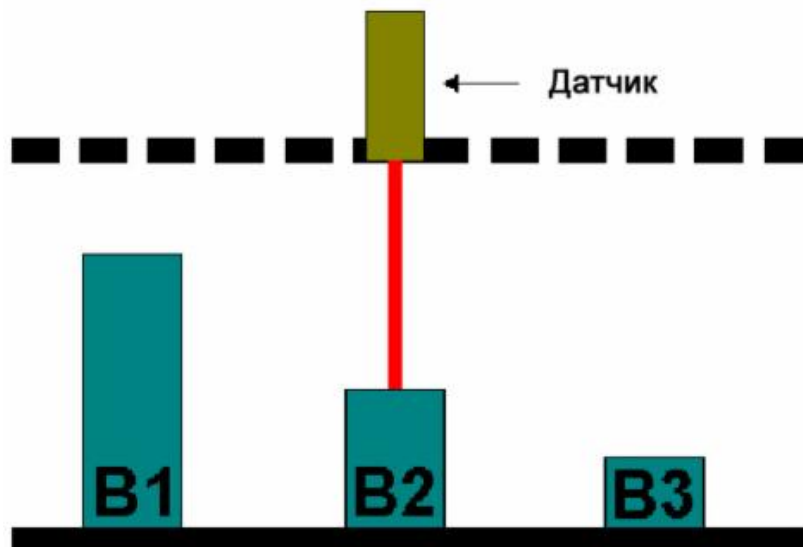


Рис. 14.3. Визначення розмірів деталей для обробки

Лазерний датчик сканує безперервно відстань до об'єкта. Після проходження робочим інструментом певної межі у зв'язку з перериванням програми викликається підпрограма, яка відповідає швидкій зупинці. Дані про гальмівний шлях робота передаються користувачеві для розрахунку здатності робота до гальмування (уповільнення). На рис. 14.5 наведена структурна схема технічної реалізації системи.

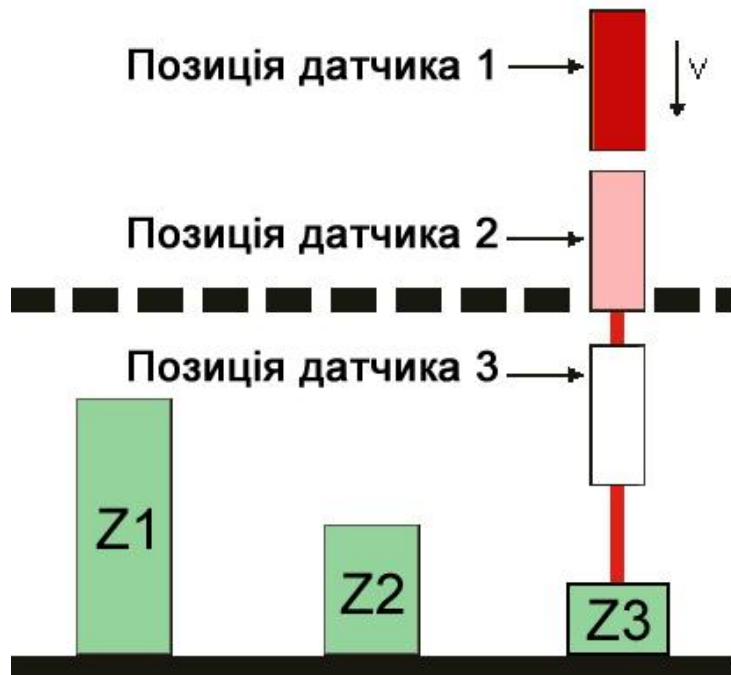


Рис. 14.4. Визначення динамічних характеристик робота

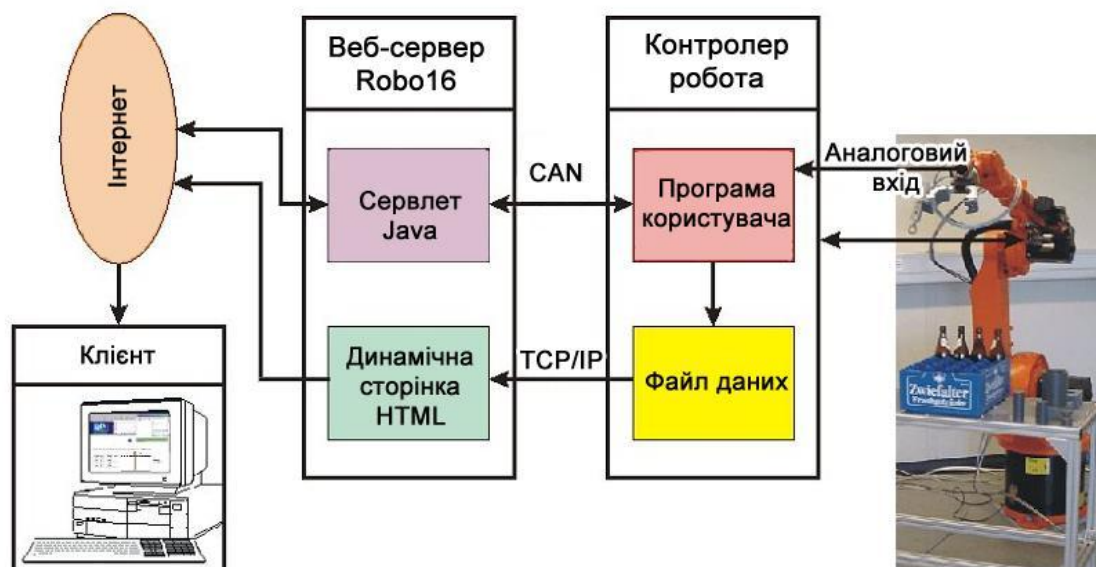


Рис. 14.5. Структурна схема технічної реалізації системи

Веб-сервер обслуговує, з одного боку, інтерфейс керування роботом, з другого – подає загальні дані про хід експерименту, точні дані для користувача, обслуговує веб-камеру.

Інтерфейс для роботи реалізується за допомогою програми (сервлета) на мові Java на боці сервера, а на боці робота здійснюється керування через інтерфейс моноканалу.

Користувачу доступні такі функції:

- вмикання робота;
- вибір програми;

- запуск програми;
- моніторинг стану систем робота.

Виконання програми робота через віддалений доступ неможливо зупинити.

Виконується вона системою доти, поки робот не закінчить і не повернеться у вихідну позицію, тобто поки виконання програми не закінчиться повністю.

Дані, отримані в ході експерименту, передаються через інтерфейс TCP/IP і зберігаються на сервері. На сервері встановлено з'єднання з динамічною HTML-сторінкою, з якою і відбувається обмін даними і з якої висилається виклик користувача на виконання програми.

За допомогою такого інтерфейсу досягається те, що призначений для користувача запит може проходити через захисні системи (Firewalls, Proxies).

Питання для підготовки до захисту лабораторної роботи

1. Який робот використовується для проведення експерименту з вивчення динамічних характеристик ПР?
2. Що вивчається в експерименті з ПР?
3. Який повинен бути порядок виконання експерименту з ПР?
4. Що входить до структурної схеми технічної реалізації системи?
5. Які функції системи доступні користувачу?

14.2. Випробування і програмування планшетного робота через Інтернет

Планшетний робот (рис. 14.6) має дві кінематичні пари вільного позиціонування по осях X і Y, одну бінарну – Z і вакуумний захоплювач [39, 44].

Робочий простір пристрою такий, що у принципі неможливі ніякі колізії. Планшетний робот має пневматичний привід, а керування виконується програмованим контролером SPC200.

Керування здійснюється через два модулі, які мають цифрові входи/виходи, і один послідовний модуль з інтерфейсом для обміну даними із серверним комп'ютером. Цифрові входи/виходи використовуються для керування кінематичною парою у напрямку осі Z і вакуумним захоплювачем, який знаходиться на кінці однієї з ланок цієї пари.

Від сервера до блока керування команди на переміщення уздовж осей X і Y передаються із застосуванням послідовного інтерфейсу. Оскільки у робота немає функції контурного керування, а підтримується лише функція позиційного, то передаються координати призначення.

Контури переміщення між двома координатами можуть регулюватися тільки декількома параметрами. А такі параметри, як прискорення, уповільнення, якість позиціонування, не піддаються регулюванню.

Для визначення дійсних значень X і Y використовуються потенціометри, що закріплені уздовж осей, значення з них прочитується картою вводу/виводу.

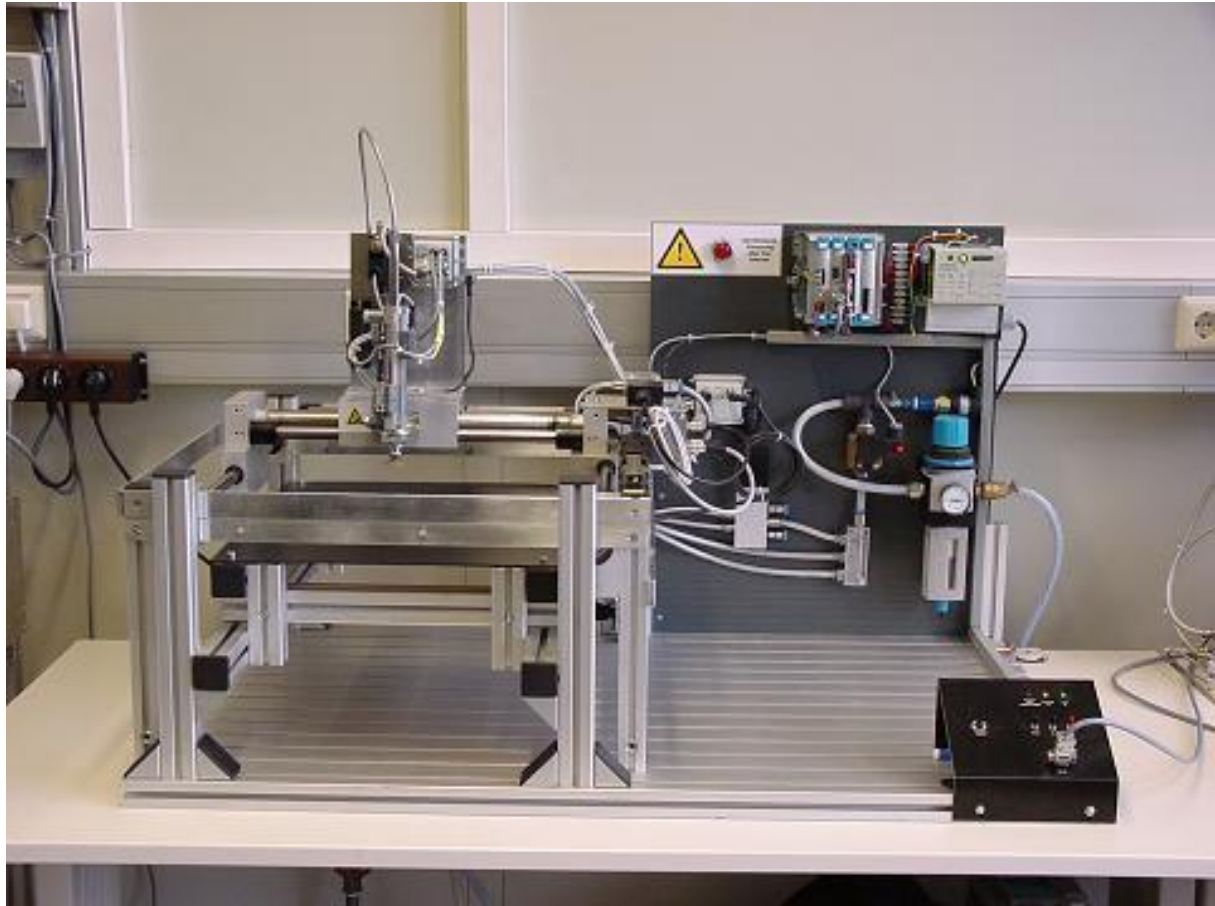


Рис. 14.6. Загальний вигляд планшетного робота

Таким чином, можливо не лише визначення дійсних значень координат, але й отримання, і реєстрація шляху переміщення.

Для доступу через Інтернет використовується динамічна сторінка на HTTP-сервері та програма на мові Java. Ця Java-програма має у своєму розпорядженні можливість програмування і керування системою.

Програма має доступ через послідовний інтерфейс до програмованого контролера SPC200 і до аналогової карти вводу/виводу для обліку переміщення уздовж осей.

Для віддаленого доступу до системи встановлено Java-апплет, який може бути запущений з будь-якого Інтернет-браузера з Java-підтримкою. Для керування і програмування системи не потрібно встановлювати ніякого додаткового програмного забезпечення. Комунікації між клієнтом (апплетом) і сервером (сервлетом) базуються виключно на протоколі HTTP.

Для того, щоб отримати доступ до системи, необхідно реєструватися спочатку на сервері. Система проведе підключення клієнта.

Цим гарантується, що в один і той же момент часу тільки один клієнт має доступ до системи і ця система виділить клієнту чітко визначений час для виконання роботи.

Статус реєстрації подається в аплеті. Різним типам стану відповідають різні кольори у вікні програми: помаранчевий означає *очікування*, зелений – *активно*. У випадку, якщо час, виділений клієнту на роботу із системою, закінчився або користувач припиняє роботу у системі (завершує свій сеанс), то це відмічається у вікні програми червоним кольором – *перевищення часу або завершення сеансу* (рис. 14.7).



Рис. 14.7. Апплет для керування планшетним роботом

В активному стані надані такі способи керування:

- безпосереднє;
- графічне;
- програмуванням.

У стані ознайомлювального керування користувач може безпосередньо керувати системою. При такому способі роботи директиви керування відсилаються безпосередньо до контролера на виконання. Шляхом натискання на клавішу миші на координатній системі (рис. 14.8) будуть одержані координати X і Y з новою вказівкою мети переміщення. Далі виконується саме переміщення.

Вакуумний захоплювач, який розташований на кінці ланки, що переміщується по осі Z , і сама ланка також можуть піддаватися керуванню шляхом установлення або зняття відповідних прапорців у програмному вікні.

Текстове задання координат X і Y дозволяє добитися точного позиціонування.

Дійсне положення вакуумного захоплювача на осі Z і його стан відображаються на графічній координатній площині по-різному: квадрат (зелений або червоний) або коло (зелене або червоне), що відповідає двом можливим положенням (піднятий – UP, опущений – DOWN) і двом станам захоплювача (вимкнутий – OFF, увімкнутий – ON).

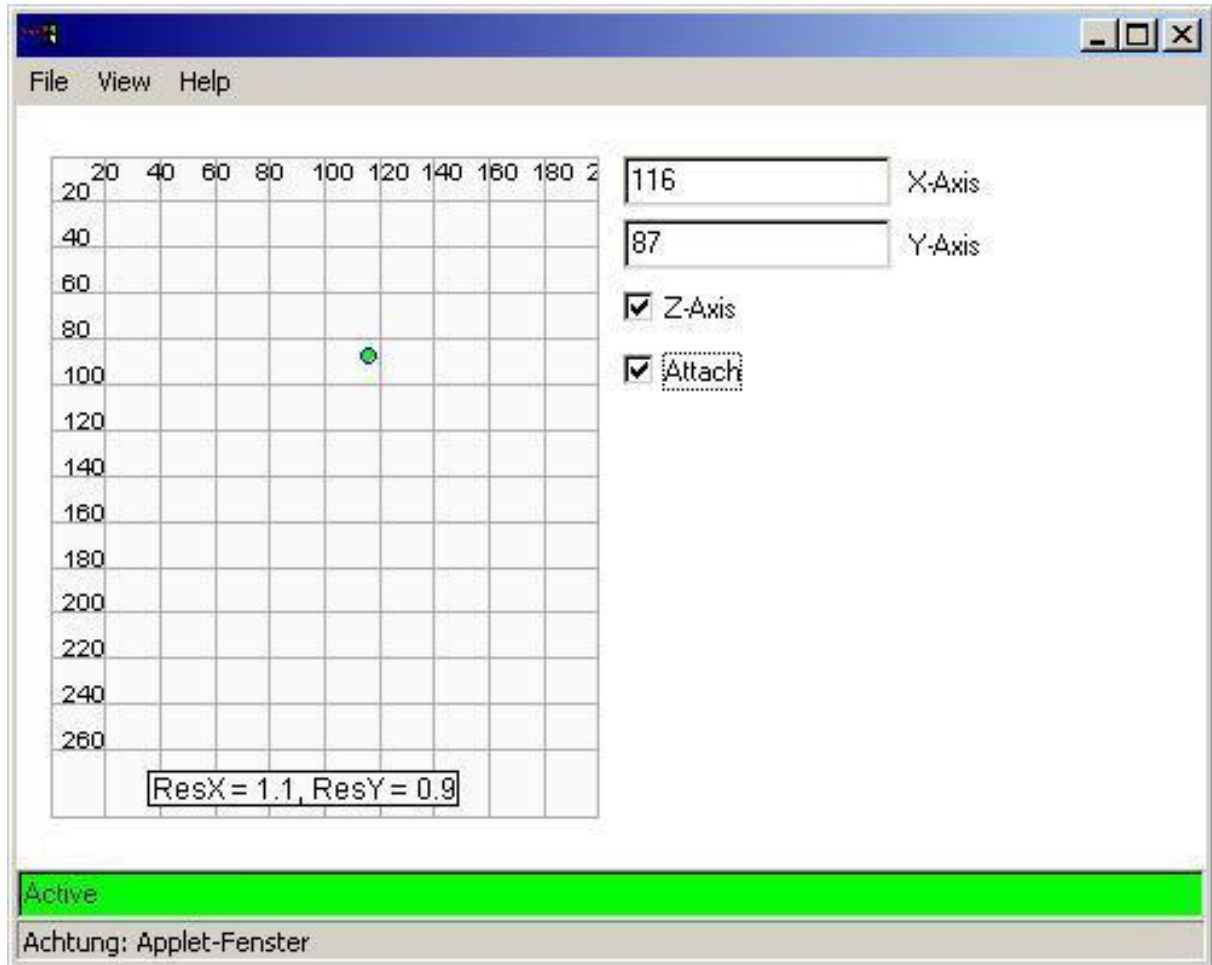


Рис. 14.8. Пряме керування пневматичною системою

У режимі **графічного керування** системою у реальному часі точки до переміщення вводяться одна за одною (рис. 14.9).

Збережені координати відразу ж відображаються у програмі виконання. Це робиться для того, щоб після введення всіх точок можна було провести ще які-небудь зміни. Наприклад, положення вакуумного захоплювача на осі Z і його стан.

На моніторі потім буде подана модель керування системою у графічному вигляді (положення вакуумного захоплювача на осі Z і його стан наводяться різними графічними знаками, які були зазначені раніше).

Після натискання на кнопку підтвердження дані почнуть передаватися до контролера. Потім буде проведено виконання цих команд.

Під час виконання команд відобразатиметься фактична лінія переміщення робочого органу. Дані про це переміщення протоколюватимуться і по закінченні для порівняння буде намальована лінія фактичного переміщення. За допомогою фактичного маршруту переміщення можна добре зрозуміти суть позиційного керування.

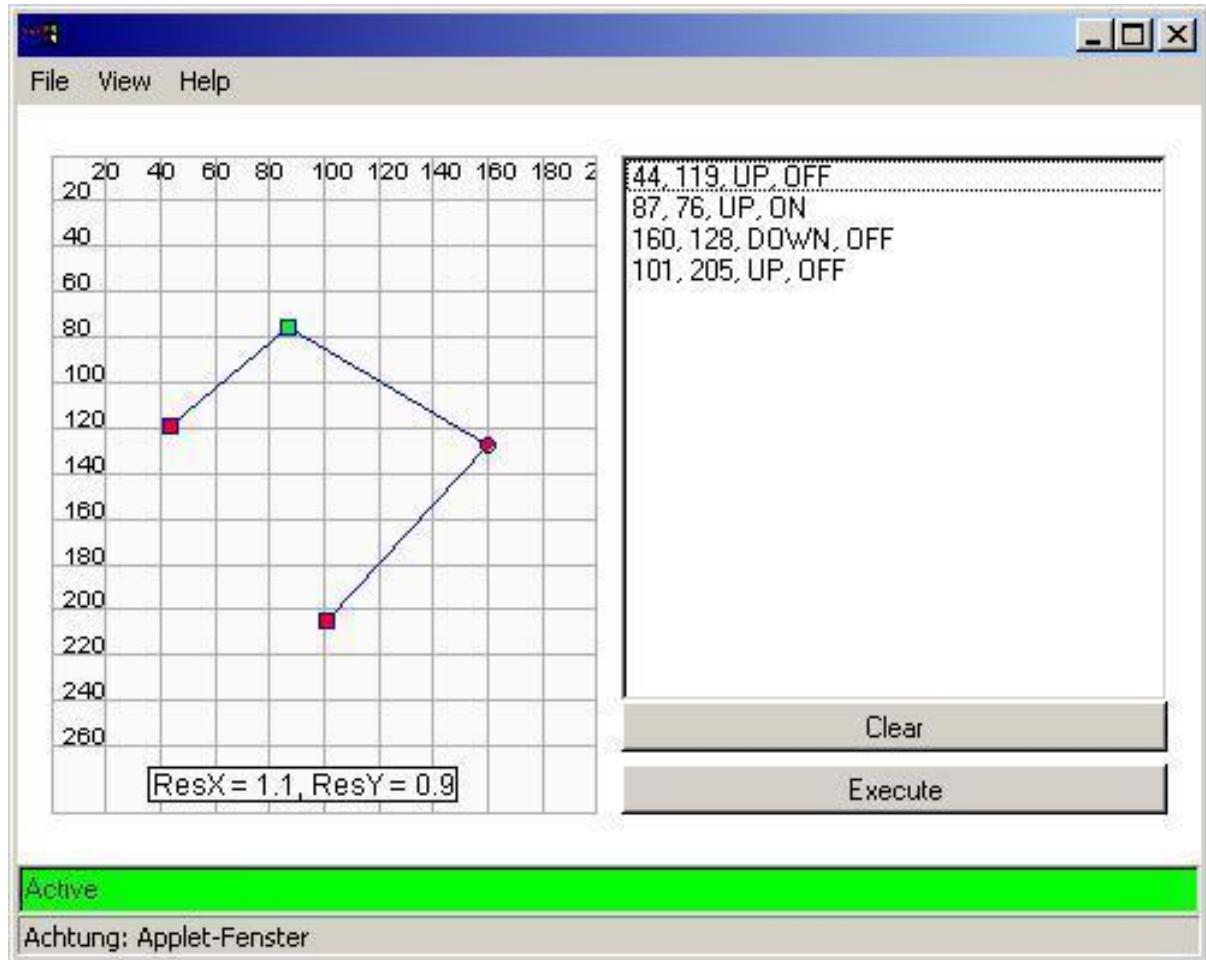


Рис. 14.9. Графічне керування пневматичною системою

При **програмному керуванні** (рис. 14.10) у поданому текстовому полі можна написати й обробити цілу програму і/або підпрограму для керування системою.

За допомогою програмного інтерфейсу може бути вибрана раніше збережена програма.

Наведені декілька кнопок для створення нової програми, збереження її та видалення. Для завантаження даних з контролера керування або завантаження даних у блок керування використовують команду Download або Upload. Стан системи керування може також змінюватися кнопками Старт, Стоп, Скидання.

Концепція

При виконанні випробування і програмуванні системи користувач повинен мати можливість вивчити приводи керованої ним системи (сервоприводи та пневматичні приводи), основи керування і програмування, освоїти основні властивості позиційного керування. Користувач має у своєму розпорядженні для програмування, а отже, і для переміщення максимально

великий простір і максимально повну можливість керування. Після завершення роботи обов'язково повинно бути здійснено повернення у вихідну позицію.

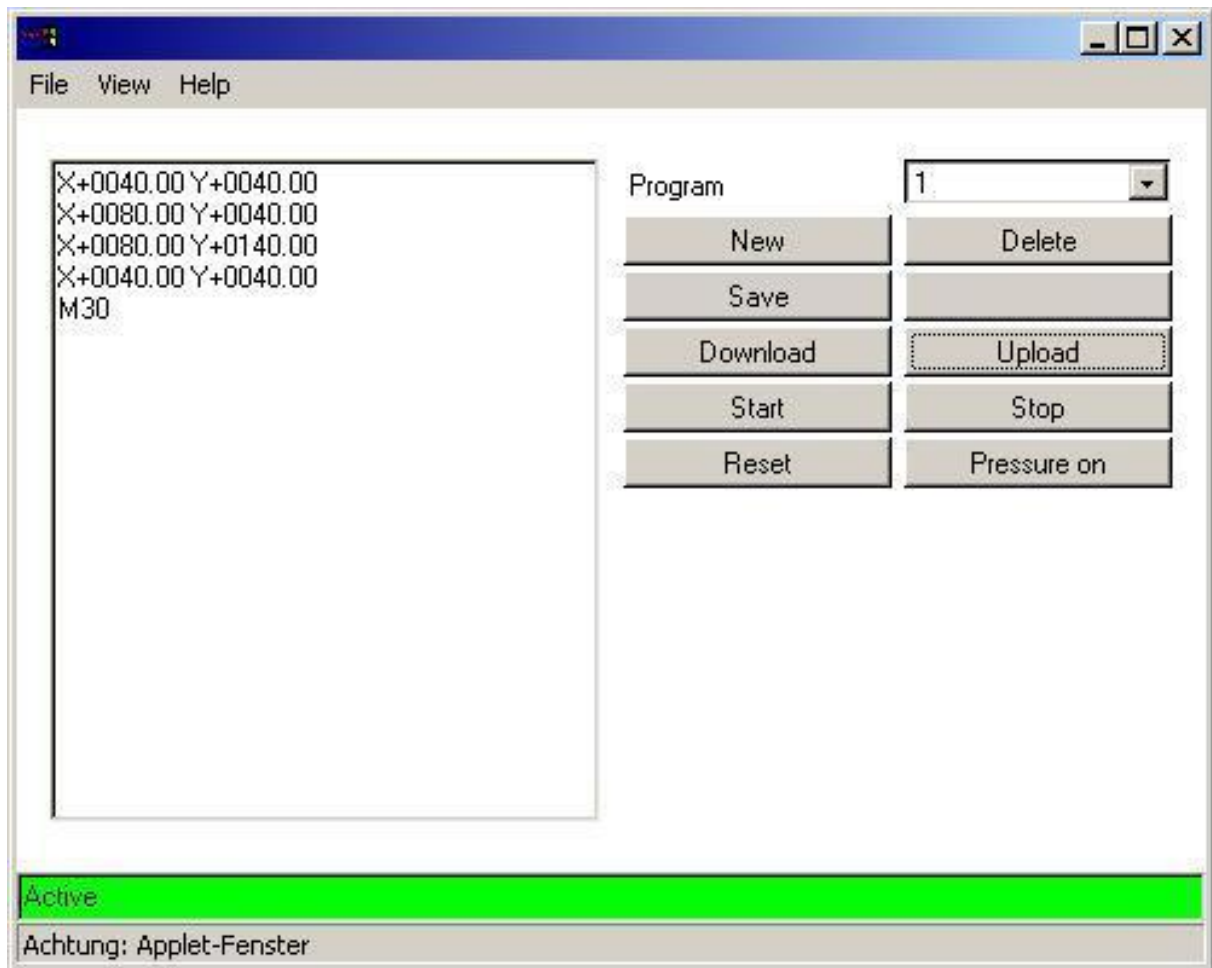


Рис. 14.10. Програмне керування пневматичною установкою за стандартом DIN 66025 (Німеччина)

Хід виконання

У попередньому прикладі користувач мав можливість на початку одержати специфічну інформацію і технічний огляд системи. Інформація для даного ж випробування дуже різноманітна й подана у великому обсязі. Тому документацію та іншу інформацію до цього випробування містить у собі «Вступ до програмування за стандартом DIN 66025 (Німеччина)». Туди ж включено огляд усіх команд керування та огляд програм-прикладів.

Випробування починається знову таки з ідентифікації користувача шляхом введення особистої інформації. Для доступу до системи користувач застосовує Java-аплет. За установкою можна спостерігати в режимі реального часу через веб-камеру.

Для того, щоб мати більш точне уявлення про систему, користувач повинен з перших кроків виконання експерименту ознайомитися з

максимальними значеннями координат робочої зони робота, тобто з максимальними і мінімальними значеннями координат X і Y.

На другому кроці експерименту повинна досліджуватися характеристика позиційного керування.

Для цього спочатку визначаються графічно координати точок переміщення, а потім виконується переміщення, при якому ведеться облік усіх проміжних точок. Далі проміжний шлях між двома точками з'єднується лінією, яка відповідає виконаному маршруту, і виводиться на дисплей.

Наприклад, з рис. 14.11 видно, що маршрут між двома точками не може бути замінений кривою певного вигляду.

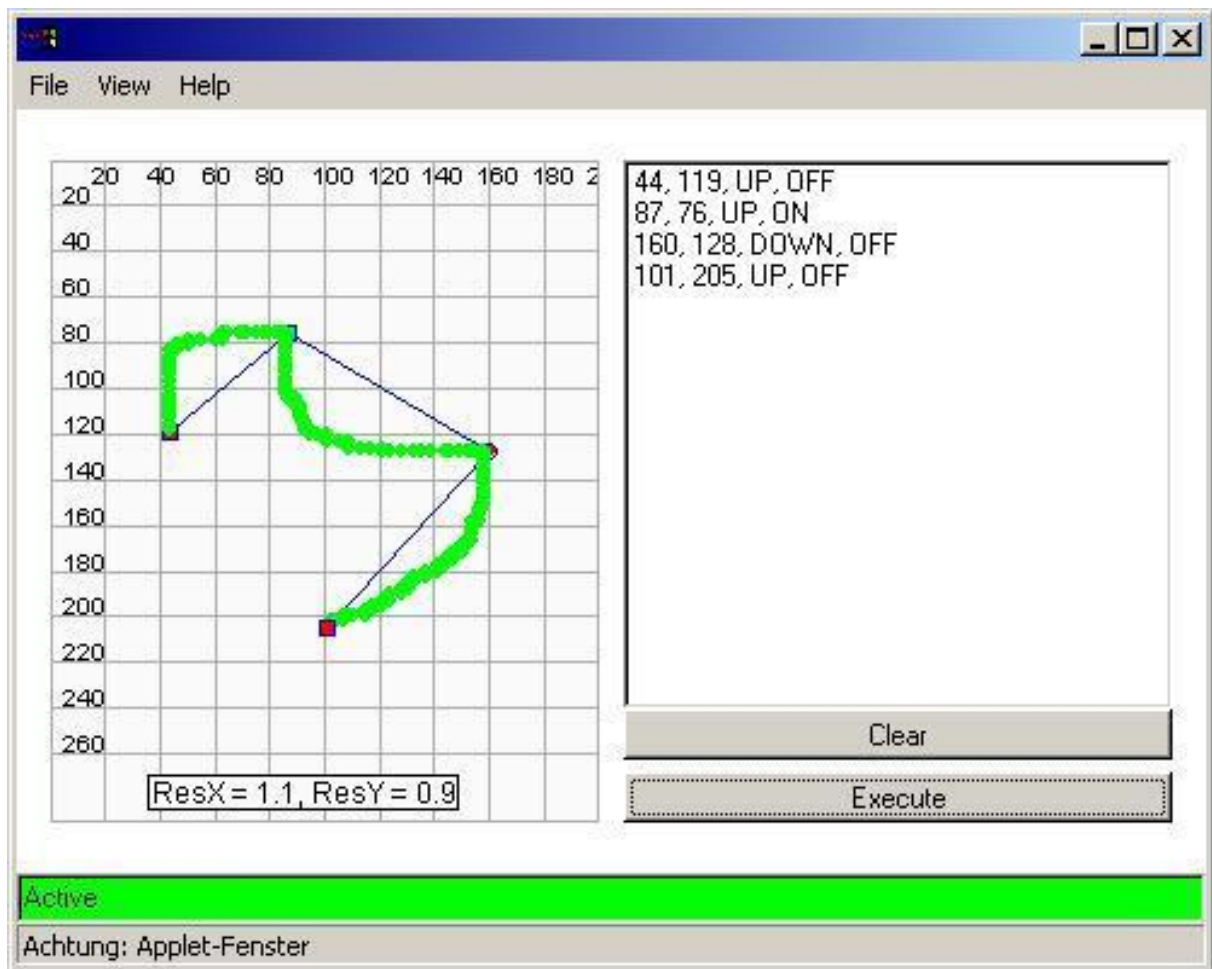


Рис. 14.11. Задані координати і пройдений шлях

Користувач повинен уміти тлумачити цю характеристику й інші характерні особливості системи (наприклад, кривизну або східчастість).

В останньому завданні перевіряється здібність користувача до програмування. Частина завдання відведена для аналізу і розгляду наперед написаної програми, яка надалі буде запущена для виконання. Із зростанням ступеня складності програма розширюється додатковими функціями і розбивається на модулі (підпрограми).

Під час програмування користувач має можливість перевіряти працездатність своєї програми на реальній системі керування. Для цього програма зберігається, передається у модуль керування (команда Download) і виконується.

У разі будь-якої помилки або збою за допомогою натискання на кнопку скидання (Reset) система може повернутися у заздалегідь задану початкову позицію.

Після закінчення експерименту відпрацьована програма відсилається через Інтернет на сервер і генерується динамічна HTML-сторінка з результатами випробування.

Ця сторінка з результатами відсилається також на електронну пошту користувача.

Після завершення програмування і роботи установка повертається у вихідну позицію. На підставі повернення у вихідну позицію можна визначити, що система повністю оновилася, тобто стара програма користувача видалена і замість неї знову запущено стандартну програму керування.

Це гарантує, що система повернулася у вихідну позицію і що всі користувачі мають рівні початкові умови.

Питання для підготовки до захисту лабораторної роботи

1. Які відзнаки має планшетний робот, який застосовується в експерименті?
2. Які способи керування планшетним ПР доступні в активному стані?
3. Чим характерне ознайомлювальне керування ПР?
4. Для чого застосовується режим графічного керування ПР?
5. Чим характерний режим програмного керування ПР?
6. Який порядок виконання експерименту з планшетним ПР?