

課題情報シート

課題名：	立体自動倉庫による「商品在庫管理システム」の開発		
施設名：	四国職業能力開発大学校		
課程名：	応用課程	訓練科名：	生産システム技術系
課題の区分：	開発課題	課題の形態：	開発

課題の制作・開発目的

(1) 課題実習の前提となる科目または知識、技能・技術

各科において専門課程から応用課程 1 年次まで習得した全ての知識・技能・技術

(2) 課題に取り組む推奨段階

各科標準課題実習終了後

(3) 課題によって養成する知識、技能・技術

ワーキンググループ方式にて、調査・企画・構想・設計・製図・部品選定・製作・実装・調整・デバッグ・評価検証・発表・取扱説明書・報告書作成といった一連の企業においての「ものづくり」の現場の流れを体験することで、自身の専門科のみならず他科との連携を図ることにより、問題解決能力・協調性・コミュニケーション能力・スケジュール管理・予算管理・コスト意識・創造性・開発力を養う。

(4) 課題実習の時間と人数

人数：1 年目 16 名（生産機械システム技術科 5 名、生産電子システム技術科 5 名、生産情報システム技術科 6 名）

2 年目 9 名（生産機械システム技術科 2 名、生産電子システム技術科 3 名、生産情報システム技術科 4 名）

3 年目 3 名（生産情報システム技術科 3 名）

時間：972 時間

本システムは、受発注業務及び製造現場での資材所要量計算に付随する多品種少量の出荷に伴うピッキング作業の時間短縮、労力軽減、正確性における問題を解決するための自動化システムです。

平成 17 年から開発・製作を実施しており、最終年度の 3 年目ではゲームショップにおける商品在庫管理システムをテーマにしました。

課題の成果概要

システム構成を図 1、外観を図 2 に示します。顧客からの注文を事務所の管理 PC に保存し、出荷処理を行います。倉庫の操作 PC に送信された出荷データや任意の出庫データを基に、搬送部が自動的にコンテナを搬出します。コンテナはコンベア経由で作業員の前に搬送

され、作業員はピッキング作業を行います。その間、搬送部は次のコンテナを搬出します。ピッキング作業後はコンテナを返却ポジションまで移動させ、搬送部が自動的に棚へ搬入を行います。入荷時には、設定した優先度の空いている棚に搬入します。

基本仕様を表1に示します。

表1 基本仕様

システム本体(mm)	3200(D)×1500(W)×1700(H)
総重量	約 250kg
コンテナ寸法(mm)	296(D)×216(W)×105(H)
コンテナ重量	最大 1.5kg まで
格納棚	4列×5段×2棚 (パッケージ 40 個分)
商品管理	バーコード識別
データベース	Microsoft® SQL Server 2005®
OS	Microsoft® Windows XP Professional® Windows Server 2003®

1年目は製作部品点数が多く、製作すること、動かすことで終わってしまったため、2年目は完成度を高めるために機構部や制御部を見直し、部分的な改良を加え動作の信頼性を上げました。3年目では更に使い勝手が良いものとなるようアプリケーション部を制作し直しました。その結果、商品を探して持ってくる最長処理時間を目標の

1分以下に抑えることが出来ました。また、パッケージなどに記載されている商品情報など様々なキーワードで検索できるようにしました。

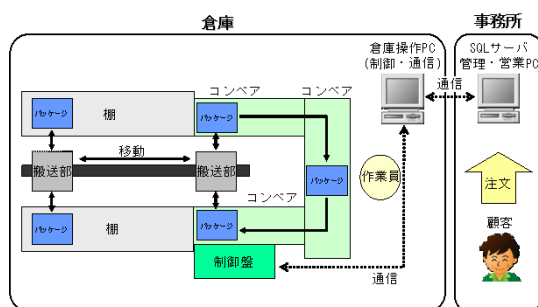


図1 システム構成



図2 システム外観

課題制作・開発の訓練ポイントおよび所見

機構部はピッカー部、搬送部、棚、コンベア、コンテナ昇降台で構成されています。初年度はコンテナ昇降台の上昇速度が遅くスムーズさに欠けていたので、台形ネジの機構から2種類平歯車を用いたラック&ピニオンの機構に変更してスピードの変更と滑らかな上下動作ができるように改良しました。また、ピッカー取り付けアームを補強することによりたわみを改善しました。コンテナの有無を検出するためのセンサをピッカー部に取り付けることによりコンテナ同士の衝突を防ぐことができました。

制御部はGUIを向上させるためタッチパネルを採用しました。作業者が作業しやすい場所で確認しながらメンテナンスができるよう持ち運びができるタイプとしました。タッチパネルを導入したことによりI/O点数が大幅に変更となったため、新たに制御盤を設計・製作し直して、数々のノイズ対策を施し、異常検出のためのプログラムを追加しました。

アプリケーション部については、2年目はUML を用いて画面フローイメージ・ユースケース図・シナリオ・分析クラス図を作成し新たに設計を行いました。Web受注では登録された得意先の情報の変更、商品一覧画面での商品並び替えの機能の追加を行いました。入荷作業では、入荷する商品の優先度を選択し、ハンド式バーコードリーダーで読み取り、入荷処理を行える機能を追加しました。3年目は、DFD、ER 図を用いて要求定義を行い、要求仕様書・外部設計書・内部設計書・プログラム設計書・テスト計画書／報告書・マニュアル等のドキュメント類を整備しました。また、システムでは人手による入力作業を極力排除し、ユーザインターフェースを子供でも使えるよう工夫することにより、ヒューマンエラーの発生を3σ以下にすることができました。

この製作は、継続課題だったため見直しのための設計や再加工、追加工する際には、限られた範囲内で行わないといけない点では学生に苦勞をかけたと思います。1年目は製作するのに精一杯でしたが、2年目以降は修正すべき点をはっきりしていたのでスケジュール管理や作業内容の把握、作業分担などは容易に行えました。

今回学んだ知識・経験は、技術の面だけでなく、コミュニケーション能力や調整能力、リーダーシップ能力の向上につながったと考えます。

養成する能力 (知識、技能・技術)	課題制作・開発のポイント	訓練（指導）ポイント
機械要素 ○ FA 制御システム（一軸搬送機構の組合せ技術）設計・製作において、製品レベルの安全性・信頼性・メンテナンス性を考慮した実践的な設計・製作ができる能力 ・ 材料選定技術 ・ 機械要素設計技術 ・ 機構設計技術 ・ 部品加工技術 ・ 高度な組立調整技術	◇ 1年目の開発ポイント ・ 設計 2軸直行形搬送部（Z・X平面）及び、左右両サイド格納機能を有したピッカー部、さらにコンベア上に載せ降ろしするための昇降部を考案、設計させました。駆動要素毎に学生を割り当て、責任をもたせました。搬送部はそれぞれ1名、ピッカー部は2名、昇降部は1名で担当させました。全体ミーティングで仕様を確認し、設計途中の区切りの段階でCADを使い組立確認を行いました。 ・ 製作 部品加工は設計者がそれぞれ担当しました。大物部品から小物部品まで全体の部品点	● 設計 システム全体を5人の学生で分担して設計させるため、常に全体にフィードバックさせて確認することを徹底させました。 2年目の昇降部改良については、学生の考案を説明させ、問題点を修正したのち、実験を行い、ここで発生した問題点を修正していくという方法で開発を進めました。 ● 製作 安全作業を第一に心がけさせ、少しでも疑問に感じたとき、あるいは、わからないときには指導を求めるように指示します。 また、基本技術はすでに身

養成する能力 (知識、技能・技術)	課題制作・開発のポイント	訓練（指導）ポイント
	<p>数が相当な数になるため、5人の学生は担当以外の加工も協力し合って進めました。</p> <ul style="list-style-type: none"> 組立・調整 <p>大型の駆動機構の組立・調整において、上下に配置したそれぞれ2本のリニアガイドの平行度を正確に出すこと。</p> <p>◇2年目の開発ポイント</p> <p>1年目に開発したシステム全体を見直し、昇降部の改良、ピッカー部支えの補強等に取り組みました。</p> <ul style="list-style-type: none"> 昇降部の改良 <p>台形ねじを使ったねじジャッキ式の機構をラック&ピニオン機構に変更しました。初速をゆっくり、途中を速く、終わりをゆっくりといった3段階の速度で昇降する機構に改良しました。電子的な速度制御ではなく、メカ式で実現させました。</p> <ul style="list-style-type: none"> ピッカー部補強 <p>ピッカー部は片持ちはりの状態になりたわみを生じていました。ピッカー部にかかる荷重等を計算させ、たわみ量を算出させました。また、支えの材質をアルミから鋼に変更することにより、たわみ量にどのくらい影響を与えるか調べさせました。</p>	<p>に付いているはずではあるが学生によっては得意、不得意な技術・技能があるため、グループ内で技術・技能を教え合うことを推奨しました。</p> <p>整備されている工作機械のストローク以上の長尺部品（例えば、上下移動軸用角パイプ）加工については、許容される位置に基準穴を精度良く加工し、その穴中心を基準に全体の加工を進める方法を指導しました。</p>

養成する能力 (知識・技能・技術)	課題制作・開発のポイント	訓練（指導）ポイント
<p>電子要素</p> <p>○ FA 制御システム設計・製作における実践的な製品レベルの安全性・信頼性・メンテナンス性を考慮した設計・製作ができる能力</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ノイズ対策 ・ 安全性 ・ メンテナンス性 ・ 操作性 ・ 信頼性 	<p>◇ ノイズ対策</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ コイルオフ時のスパイクノイズ対策としてサージ吸収ダイオード付リレーを採用しました。 ・ 制御盤内の動力ラインと信号ラインを別にレイアウトし、動力ラインやセンサの信号線はツイストペアにして電磁的に平衡となるようにしました。 ・ 動力用ケーブルについては金額が高価なため実施できなかったが、信号用ケーブルについてはシールド構造でドレンワイヤ付のものを採用しました。 <p>◇ 安全性</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ フールプルーフの考え方に基づいて誤った操作や機器の誤動作による事故を防止するための安全対策をハード・ソフト両面から設けさせました。 ・ 搬送台、昇降台の限界センサには接触式のリミットスイッチの b 接点入力としました。 <p>◇ メンテナンス性</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 倉庫－制御盤間の全ての連結用ケーブルには MS コネクタを採用しました。 ・ 入出力点数が多いので省スペース化を図るために 	<p>● ノイズ対策</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ノイズの種類、それぞれのノイズに対する対策を検討・実施させました。 <p>● 安全性</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ハードだけ、ソフトだけではなく両面から二重、三重の安全対策が必要であることを考えさせました。 ・ b 接点入力にする意味を考えさせました。 <p>● メンテナンス性</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 今回はいろいろな場所においてデモンストレーションが出来るように可搬性・耐久性も考慮させました。 ・ 故障した部品等が容易に取替えできるよう、また省スペースとなるよう考慮させました。また、使用する機器についても納期がかかる特殊なものではなく、できるだけ入手しやすい汎用的なものを使うよう指導しました。 ・ 自分だけがわかるということだけでなく、担当者が変わっても内容が把握しやすいよう、全ての作業に標準化を考えるよう指導しました。

養成する能力 (知識・技能・技術)	課題制作・開発のポイント	訓練（指導）ポイント
<p>情報要素</p> <p>○ システム開発における実践的な開発手法を理解し、便利性・安全性・信頼性を考慮したシステム設計ができる能力。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 要求定義 ・ ドキュメント作成 ・ プログラミング ・ テスト 	<p>コネクタ式端子台を採用しました。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 後々の仕様変更、増設、担当者への入れ替わり等を考慮した設計・製作・プログラムの標準化を行いました。 <p>◇ 操作性</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 操作盤にはスイッチ付可搬式タッチパネルを採用しました。これにより、多くの棚にも対応でき、具体的な異常時の表示についても多彩に表現することができました。 <p>◇ 信頼性</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 倉庫の棚のコンテナの有無を確認するために、ピッカー側に拡散反射型光電センサを採用しました。 <p>◇ 要求定義</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 実店舗での調査結果をもとに、ヒューマンエラーを防止するため、バーコードを用いた自動入出庫システムを導入しました。 ・ 商品見本にからむ問題点が多かったことから、商品検索システムを導入することにより、商品見本を廃止することにしました。 	<p>● 操作性</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 確実に操作できたかどうかのクリック感、実際に実機を見ながらの微調整、フールプルーフ対応、省スペース化、エラー情報の表示など、タッチパネルを使う上でのメリット、デメリットを充分把握させた上でどのような GUI が必要とされるのか検討させました。 <p>● 信頼性</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ コンテナの有無を検出する際にかかるコスト、大きさ、検出距離、対象ワークなどから適切なものを選定させました。 <p>● 要求定義</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 実際の店舗に出向き、業務の仕組みや問題点について調査を行い、実現可能なシステムを検討させました。 ・ お客の特徴をよく捉えて、お客の商品購入に必要な情報とは何かを調査し、それをもとに最適なインターフェースを検討させました。

養成する能力 (知識、技能・技術)	課題制作・開発のポイント	訓練（指導）ポイント
	<ul style="list-style-type: none"> ◇ ドキュメント作成 <ul style="list-style-type: none"> ・ DOA による設計手法を導入し、各工程で作成するドキュメント類を正しく作成することにより、システムの不具合を最小限に抑えました。 ◇ プログラミング <ul style="list-style-type: none"> ・ 設計書を元に、プログラミングを行いました。このとき、特にインターフェースやIOの定義どおりに作成されているか、十分に検証することにより、バグの少ないプログラミングを実施しました。 ◇ テスト <ul style="list-style-type: none"> ・ 仕様書・設計書をもとに、必要十分なテスト計画書を作成し、実施することによりシステムの不具合を最小限に抑えました。 	<ul style="list-style-type: none"> ● ドキュメント作成 <ul style="list-style-type: none"> ・ DFD、ER 図、業務フローやドキュメント手法等について理解させ、適切なドキュメントを作成することの重要性を認識させました。 ● プログラミング <ul style="list-style-type: none"> ・ コーディング手法、デバッグ手法を理解することにより、解読性、メンテナンス性が高く、バグを最小限にするプログラミング手法を習得させました。 ● テスト <ul style="list-style-type: none"> ・ テストの重要性を認識させ、テスト計画の立案手法を理解させました。今まで作成したドキュメント類を利用して、テスト項目の洗い出しを行い、計画書を作成させました。

課題に関する問い合わせ先

施設名 : 四国職業能力開発大学校
住所 : 〒763-0093
香川県丸亀市郡家町 3202
電話番号 : 0877-24-6290(代表)
施設 Web アドレス : <http://www.ehdo.go.jp/kagawa/college/>__