

Automatització de les expedicions d'un magatzem mitjançant visió per computador

Aleix Rabassa Puigdomènech

Resum — Actualment totes les empreses confien en solucions informàtiques per obtenir control i automatisme dels processos interns. Concretament en el sector de la cadena de subministrament, és comú l'ús de "Software de Gestió de Magatzems, també anomenats SGA, que s'encarrega de gestió de l'stock i la preparació de comandes.

Aquest projecte té l'objectiu de desenvolupar un sistema automàtic de control d'expedicions per un SGA i d'aquesta manera augmentar el seu valor competitiu.

La idea és col·locar a les diferents portes de sortida d'un magatzem càmeres que siguin capaces de llegir a temps real qualsevol producte que en surti, identificat per una etiqueta, i envii les ordres corresponents al sistema perquè processi la sortida o detecti qualsevol possible equivocació.

Paraules clau — software, automatització, eficiència, enginyeria, agile, desenvolupament, programació, visió per computador, paral·lelisme, cadena de subministrament, magatzem, SGA, clients, proveïdors, transportistes, base de dades, C#, SQL.

Abstract — Nowadays all companies trust in IT solutions to get control and automation on its internal processes. Specifically in the supply chain marketplace, is common to see "Warehouse Management Software", also called WMS, which does all stock management and order preparation.

This project is meant to develop a system able to automatically manage all shipments in a WMS and increase its competitive value in the market.

The idea is to install a crowd of cameras next to every exit door in the warehouse and use them to read any product container, identified by a label, that crosses them. With that information from the cameras, the system should send the appropriate orders to the database to process the shipment or notice the user if any mistake has been made.

Index Terms — software, automation, efficiency, engineering, agile, development, programming, computer vision, parallelism, supply chain, warehouse, WMS, clients, providers, carriers, database, C#, SQL.



1 INTRODUCCIÓ

Aquest projecte s'ha dut a terme amb la col·laboració de "SCM Logística y Trazabilidad", una empresa d'informàtica propietària del TWO, "The Warehouse Organizer", un SGA d'altres prestacions.

Què és un SGA? Veure l'apèndix nº 1.

El TWO té dos entorns. En primer lloc, compta amb un entorn d'escriptori des del qual es pot visualitzar l'estat del magatzem, enviar ordres i configurar el comportament del sistema. Normalment utilitzat pel cap de magatzem i treballadors en oficina.

En segon lloc, un entorn de PDA, "Asistent Digital Personal", el qual utilitzen els operaris del magatzem per rebre les ordres que els sistema els envia i confirmar la seva realització.

Què és una PDA? Veure l'apèndix nº 2.

L'objectiu del projecte, és augmentar el valor competitiu del TWO desenvolupant un sistema automàtic de control

de sortides.

Actualment, l'operari de magatzem ha de llegir cada contenidor a expedir i confirmar la operació des d'una pantalla dedicada del TWO PDA. És un process que l'operari ha de dedicar temps per realitzar i més d'un client ens ha demanat una solució.

La proposta d'aquest projecte és satisfer aquesta necessitat mitjançant un conjunt de càmeres instal·lades a les diferents portes d'expedició del magatzem.

De manera que enviïn al TWO imatges a temps real de tot el que surt del magatzem.

A continuació implementar dins el TWO, la funcionalitat de processar les imatges, identificar el contenidor a través de la etiqueta i executar els processos corresponents per realitzar la expedició dins el sistema, o bé, avisar d'una possible equivocació si fos el cas.

A partir d'aquí, també es considera augmentar la automatització respecte als processos de comunicació amb transportistes i seguiment de comandes.

2 OBJECTIUS

El treball es titula “Automatització de les expedicions d’un magatzem mitjançant visió per computador”.

No obstant, tot i que la idea principal es manté, el focus ha variat lleugerament durant el plantejament d’objectius i seria més apropiat un títol semblant a “Automatització de les expedicions en un SGA”.

Degut a que el treball pertany a la menció d’Enginyeria del Software, era més adequat disminuir la presència de la visió per computador per focalitzar més esforços en la gestió del projecte i la comunicació amb els transportistes.

Aleshores, els objectius finals del projecte queden de la següent manera:

2.1 Objectius principals

L’objectiu principal és desenvolupar un sistema d’automatització de les expedicions integrat en el TWO.

Inclou:

1. Detectar i identificar etiquetes enganxades en contenidos de productes que surtin del magatzem per les portes d’expedició.
2. Capacitar el sistema de treballar amb diverses càmeres, portes d’expedició i magatzems.
3. Processar les sortides del magatzem dins el TWO. En cas que surti algun producte no esperat, avisar de possible error.
4. Desenvolupar una interfície gràfica que permeti a l’usuari conèixer i controlar el sistema.
5. Visualitzar el vídeo de les càmeres desde la interfície gràfica.
6. Poder gestionar el comportament del sistema desde la interfície gràfica.
7. Poder afegir, eliminar i modificar càmeres desde la interfície gràfica.
8. Mostrar feedback dels processos a la pantalla.
9. Incloure botons per iniciar i pausar el sistema.

Es descarta controlar que els productes es carreguin al camió corresponent per inviabilitat i falta de temps, ja que seria necessari tenir un registre de les matrícules dels camions i instal·lar un sistema de reconeixement de matrícules a cada porta.

No obstant, queda com a idea a desenvolupar en un futur.

2.2 Subobjectius

Com a objectiu secundari, es pretén gestionar les comunicacions amb els transportistes del magatzem.

Inclou:

1. Generar automàticament un fitxer detallant el contingut de cada expedició un com aquesta s’ha carregat completament al camió.
2. Enviar automàticament el fitxer generat per correu electrònic amb remitent i destinatari parame-tritzables.
3. Guardar un registre de fitxers enviats.
4. Guardar una còpia de seguretat dels fitxers generats.
5. Rebre dades de seguiment de l’estat de les comandes expedides i incorporar-les al sistema.
6. Guardar una còpia de seguretat dels fitxers rebuts.

3 PLANIFICACIÓ

El projecte va tenir inici la primera setmana de febrer de 2019 i el primer repte va ser organitzar una planificació que s’apropi al màxim a la realitat.

La figura 1 mostra la proposta de planificació realitzada. L’eix X correspon a l’eix temporal en setmanes, mentre que l’eix Y conté les diferents etapes i subetapes del projecte, cada etapa diferenciada per un color únic.



Fig. 1: Diagrama de Gantt.

Etapas del projecte

Setmanes

1. Definició del projecte → 1 - 2
2. Desenvolupament tècnic → 3 - 15
 - a. User Interface → 3 - 5
 - b. Barcode reading → 6 - 7
 - c. CV Intelligence → 8 - 11
 - d. Delivery tracking → 11 - 13
 - e. Thread management → 14 - 15
3. Simulació en magatzem → 16 - 17
 - a. Preparatiu → 16 - 17
 - b. Simulació → 17
4. Correccions i millores → 18 - 20
5. Entrega i defensa del projecte → 21 - 22
 - a. Redacció de l'article → 21 - 22
 - b. Preparació de la defensa → 22

Malgrat els canvis en el plantejament d'objectius que s'han explicat a l'apartat anterior, no hi ha hagut alteracions significatives a la planificació.

Mentre que per una banda es va reduir, i fins i tot eliminar, el temps de dedicació planificat de varies subetapes, es va augmentar en d'altres i la distribució temporal de les etapes no va patir alteracions greus.

Per tant, no es va considerar necessari modificar la planificació definida inicialment.

4 METODOLOGIA

Considerant que el projecte té com objectiu satisfer una demanda del client, s'havia d'estar preparat per afrontar canvis en els requeriments.

A més, el desenvolupament de les comunicacions amb transportistes no depenia exclusivament de mi, sinó també de cadascun dels transportistes amb els que s'integrés la solució, ja que cadascú té les seves peculiaritats i diferències.

Tenint en compte també que un gran volum del temps seria dedicat a recerca i a l'assaig-error perquè no tenia experiència prèvia amb el tractament d'imatge per software ni amb interfícies gràfiques en llenguatge C#, era imprescindible que el disseny d'objectius i la presa de decisions fossin variables.

Aleshores, era necessari treballar amb una metodologia "agile".

Què és una metodologia Agile? Veure l'apèndix nº 3.

En resum, una metodologia Agile, es caracteritza per treballar en cicles anomenats "sprints" on a l'inici de cadascun, s'analitzen els requisits i redefeixen les tasques a fer.

La figura 2 representa el funcionament de la metodologia.

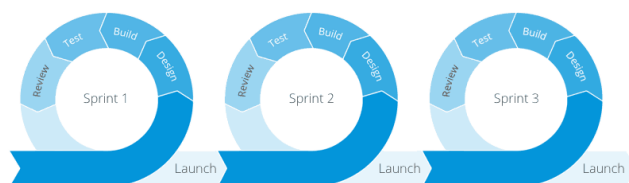


Fig. 2: Representació de la metodologia "Agile"

De forma similar, la figura 3 representa la planificació de la figura 1 adaptada a la metodologia Agile.

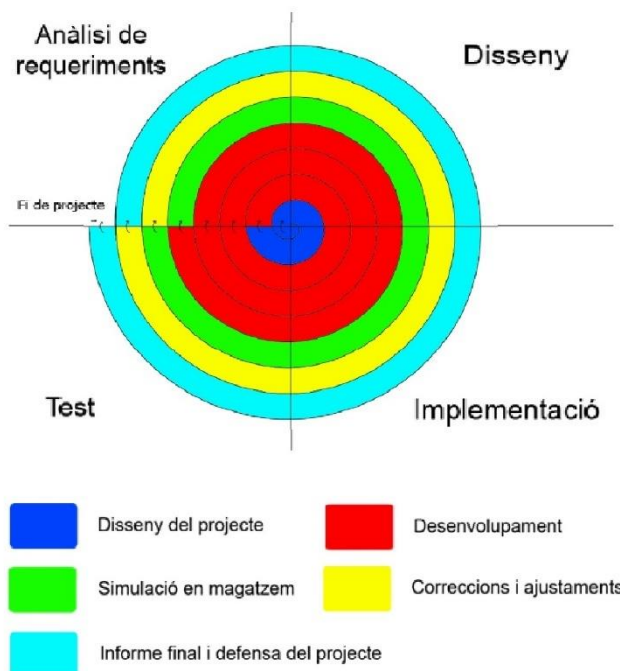


Fig. 3: Planificació iterativa incremental.

Els colors identifiquen les diferents etapes de desenvolupament del projecte i la línia que forma l'espiral és l'eix temporal.

Cada volta que fa l'espiral correspon a una iteració o "sprint" del desenvolupament i cada iteració passa per quatre quadrants:

1. Anàlisi de requeriments
2. Disseny
3. Implementació
4. Test

A banda de la metodologia agile, també es va decidir utilitzar Git i "Team Foundation Services", o TFS, com a sistemes de control de versions per garantir el manteniment del codi.

Què són sistemes de control de versions com Git o TFS? Veure l'apèndix nº 4.

D'aquesta manera quedaria registre de tots els canvis en el codi i es podria tornar a qualsevol punt del desenvolupament de forma ràpida i senzilla.

Per què Git i TFS, i no només un dels dos?

TFS per limitació de l'empresa. És el sistema que utilitzem i on tenim tot el software, de manera que era necessari si es volia integrar la solució al SGA.

Git per disposar un repositori personal on tenir aïllat el codi del treball de la resta del software i poder compartir-lo sense infringir restriccions de confidencialitat.

5 DESENVOLUPAMENT

Una vegada clars els objectius a assolir, definida la planificació a seguir i la metodologia de treball a utilitzar podem començar l'etapa de desenvolupament.

Tot i que el desenvolupament de cada apartat no ha sigut de forma cronològica sinó que en espiral com s'ha explicat anteriorment, per fer aquest apartat més entenedor, s'explicarà de forma lineal puntualitzant les redefinicions importants que hagi patit cada punt.

5.1 Disseny

Per dur a terme el disseny tècnic del software hem de tenir en compte certes limitacions per part de l'empresa:

1. Llenguatge C#.
2. Llenguatge T-SQL.

Seguidament, es consideren les limitacions situacionals:

1. Tamany de les etiquetes: el tamany màxim de les etiquetes dels nostres clients és A6.
2. Format de les etiquetes: es defineix utilitzar la codificació "matriu de dades" per facilitar la lectura. El TWO permet la seva impressió, i no la de codis QR.
3. Distància de lectura: 0,5 - 1,5 m.
4. Velocitat de moviment: la llei marca un màxim de 10 km/h en interiors.

Finalment, s'estudien els requisits mínims que ha de complir el hardware i software perquè el projecte sigui viable i útil:

1. Característiques mínimes de les càmeres:
 - a. Resolució de 2 Mp.
 - b. Focal fixe.
 - c. Velocitat d'obtenció alta.
2. Velocitat d'escaneig: el sistema ha d'assegurar un temps d'escaneig inferior als 0,2 segons per poder reproduir i escanejar fluidament a temps real.

La figura 4 mostra un dels esquemes realitzats per fer els càlculs.

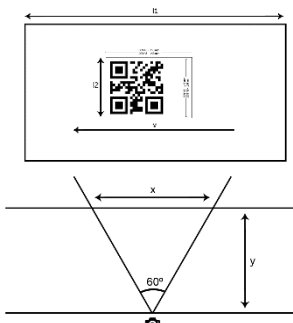


Fig. 4: Esquema de funcionament.

5.1 Interfície gràfica

El diagrama de flux de la figura 5 mostra els fils d'execució a seguir per l'usuari dins la interfície gràfica del programa.

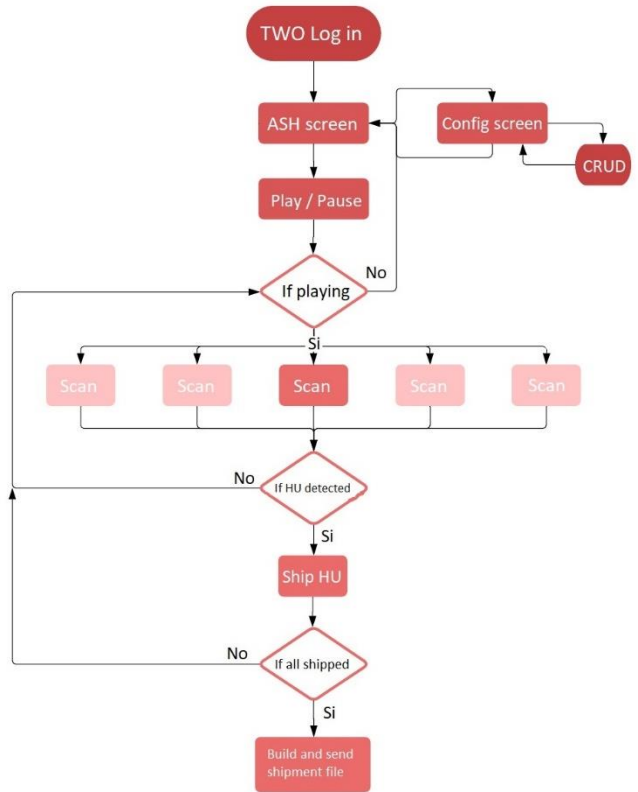


Fig. 5: Diagrama de flux del mòdul d'autoexpedicions.

TWO log in: l'usuari inicia sessió al programa.

ASH screen: l'usuari obra la pantalla d'autoexpedicions anomenada ASH (Auto Shipping). Es mostra a la figura 6.

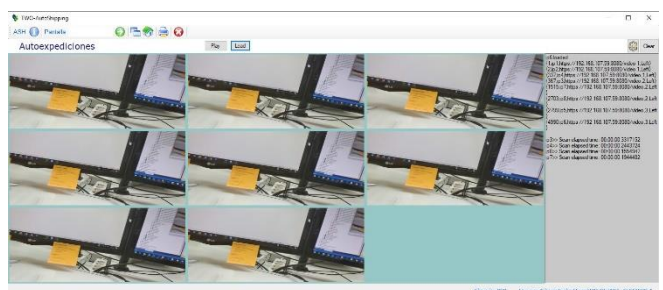


Fig 6: Pantalla ASH (ampliada a l'appendix 4).

Play / Pause: representa l'acció de l'usuari de clicar el botó "play / pause".

Scan: el sistema escaneja contínuament les imatges que rep de les càmeres.

Ship HU: envia la lectura al procediment SQL encarregat de processar la sortida (HU i UA són sigles de "Handling Unit" i "Unidad de Almacenamiento").

Build and send: genera i envia el fitxer d'expedició.

Config screen: l'usuari prem el botó de configuració i entra a la pantalla de configuració. Es mostra a la figura 7.



Fig. 7: Pantalla de configuració (ampliada a l'appendix 4).

CRUD: correspon a les operacions Create, Read, Update i Delete que es duen a terme a la base de dades.

La estructura de classes C# i SQL d'aquest apartat queden la següent manera (diagrames en detall a l'appendix 4):

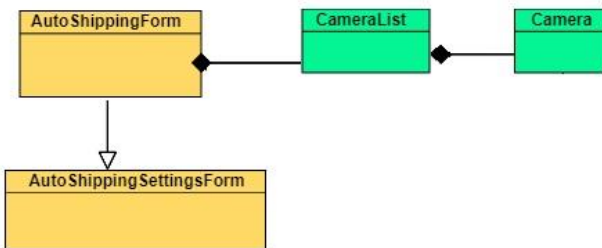


Fig. 8: Diagrama de classes C# de la interfície gràfica.

Camera: classe que defineix la funcionalitat de cada una de les càmeres.

CameraList: classe que gestiona el conjunt de càmeres.

AutoShippingForm: pantalla principal del projecte.

AutoShippingSettingsForm: pantalla de configuració del sistema.

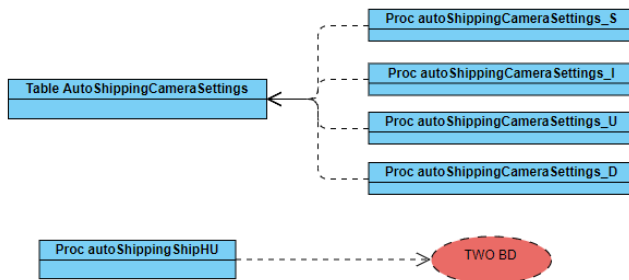


Fig. 9: Diagrama SQL de la interfície gràfica.

AutoShippingCameraSettings: taula que conté tots els paràmetres de les càmeres i la configuració del sistema.

AutoShippingCameraSettings_S: procediment que retorna dades de la taula.

AutoShippingCameraSettings_I: procediment que inserta dades a la taula.

AutoShippingCameraSettings_U: procediment que actualitza dades de la taula.

AutoShippingCameraSettings_D: procediment que esborra dades de la taula

AutoShippingShipHU: procediment que intenta expedir el contenidor que se li diu. Fa les comprovacions necessàries per determinar si pot fer-ho o no i retorna el resultat.

TWO BD: representació de la resta de la base de dades.

5.2 Lectura

Com s'ha explicat anteriorment, el desenvolupament relacionat amb el tractament de la imatge i lectura de la etiqueta serà resolt per llibreries externes.

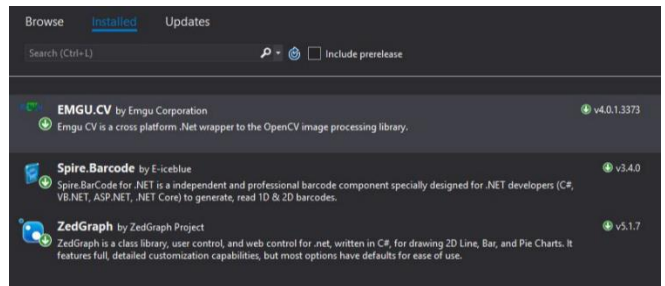


Fig. 10: Llista de llibreries utilitzades.

EmguCV: És la llibreria escollida pel tractament i reproducció de la imatge. Es tracta d'una llibreria "wrapper" de la coneguda OpenCV de C++ que compta amb un gran suport online per part de la comunitat informàtica.

Spire Barcode: És la llibreria triada per duir a terme la lectura de la etiqueta. És capaç de llegir més d'un codi per imatge en qualsevol format o el que se li demani. Tot i no incloure el format de lectura "datamatrix" en la versió gratuïta, van oferir-me una versió de prova per fins acadèmics.

ZedGraph: llibreria necessària per la utilització de EmguCV.

5.3 Paral·lisme

Per satisfer el requisit de poder treballar amb múltiples càmeres alhora, el sistema havia d'assegurar que no es molestessin entre elles i que no suposessin una càrrega excessiva de CPU.

Aleshores, la única opció raonable era que cada càmera treballés en fils d'execució paral·lels. A aquests fils els anomenem "threads" i cadascun d'ells s'executa en un nucli de la CPU, de manera que són independents de la

resta i no han d'esperar la finalització de processos en altres nuclis.

La figura 11 mostra el diagrama de la gestió de "threads" de cada càmera.



Fig. 11: Diagrama de flux dels processos en paral·lel.

Camera initialization: té lloc quan l'usuari entra a la pantalla o prem el botó d'actualitzar. Carrega el conjunt de càmeres parametritzades a la taula de configuració.

Play / Pause: representa l'acció de l'usuari clicar el botó "play / pause".

Thread stop: en cas que el thread estigui aturat el para.

Thread start: en cas que el thread estigui aturat l'inicia.

Get frame: carrega el següent fotograma del vídeo.

Show frame: mostra el fotograma per la pantalla.

Scan frame: escaneja el fotograma.

Show result: mostra feedback del resultat per pantalla.

Try to ship HU: executa el procediment SQL `autoShippingShipHU` passant-li la lectura com a paràmetre (procediment explicat a l'apartat 5.1).

5.4 Fitxer d'expedició

Deixant enrere el desenvolupament en C#, entrem en l'etapa de "Delivery tracking".

Per satisfer aquest requisit, un dels objectius plantejats era que el sistema fos capaç de generar i enviar automàticament al transportista el fitxer d'expedició una vegada tota la comanda corresponent hagués sortit del magatzem.

Per fer-ho, es va dissenyar una estructura estàndard a la que es poguessin adaptar tots els transportistes, ja que cadascun tenia les seves diferències i formes de treballar. La figura x mostra el diagrama de classes i procediments SQL d'aquesta estructura genèrica.

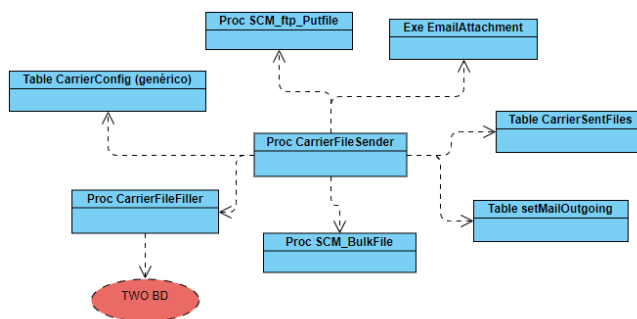


Fig. 12: Diagrama SQL de l'enviament de fitxers (en detall a l'appendix 4).

SCM ftp Putfile: procediment que mou un fitxer a un FTP.

EmailAttachment: procediment que envia un fitxer per correu electrònic.

CarrierSentFiles: taula on es guarda el registre de tots els fitxers generats.

setMailOutgoing: taula que conté la informació del correu electrònic remitent.

SCM_BulkFile: procediment que genera un fitxer i l'omple de dades.

CarrierFileFiller: procediment que retorna les dades a incloure al fitxer d'expedició.

CarrierConfig: taula que conté les dades del transportista. Inclou emails de destí, connexió al FTP, etc..

CarrierFileSender: procediment automàtic central que fa us de la resta d'elements per generar i enviar el fitxer d'expedició.

S'ha implementat la integració amb TransSabadell, GEFCO, Dachser i DBSchenker.

5.5 Seguiment de comandes

El segon objectiu plantejat dins de l'apartat de "Delivery tracking", és d'integrar el seguiment de les comandes amb el transportista.

De la mateixa manera que amb l'enviament de fitxers, es va dissenyar una estructura genèrica on tingues cabuda les diferents maneres de treballar de cada transportista.

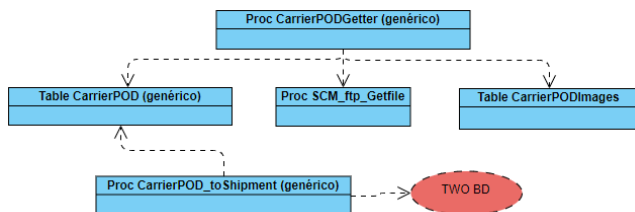


Fig. 13: Diagrama SQL del "delivery tracking" (en detall a l'appendix 4).

SCM_ftp_Getfile: descarrega els fitxers del FTP del transportista.

CarrierPODGetter: crida SCM_ftp_Getfile i inserta les dades i imatges al sistema.

CarrierPOD: taula on es guarden les dades importades.

CarrierPODImages: taula on es guarden les imatges importades.

CarrierPOD_toShipment: incorpora les dades de seguiment a les comandes dins la base de dades del TWO.

Aquesta funcionalitat s'ha implementat amb els transportistes Dachser i DBSchenker.

6 RESULTATS

Una vegada el software va ser funcional i es va tancar l'etapa de desenvolupament, el següent pas era fer una simulació en un entorn real per analitzar el seu comportament i poder extreure'n conclusions.

Per proximitat i bona relació, la simulació es va fer al magatzem de Markwins a Montornès del Vallès.

Per fer-ho, es va preparar un entorn test amb comandes preparades per ser enviades. Es van imprimir i enganxar les etiquetes de diferents UAs a diferents palets que sortien i amb una webcam col·locada a la porta d'expedició es va simular el funcionament del sistema.

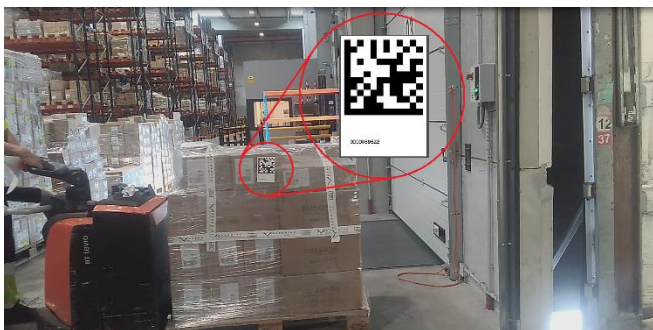


Fig. 14: Imatge de la simulació (visió de càmera).

Els resultats van ser funcionals. El sistema va ser capaç de llegir les etiquetes, expedirles, generar i enviar el fitxer d'expedició.

No obstant, tot i ser resultats satisfactoris, no són suficients per poder vendre el producte al client. El sistema no detecta les etiquetes quan l'operari va a certa velocitat degut a les baixes prestacions del hardware i software extern utilitzats.

La llibreria de lectura utilitzada és una llibreria gratuïta molt genèrica que no pot competir amb opcions professionals a nivell de velocitat i precisió.

La webcam utilitzada tampoc és la definitiva. L'enfocament automàtic augmenta el temps de lectura i la velocitat d'opturació és lenta, fet que provoca fotogrames moguts quan hi ha moviment.

7 CONCLUSIÓ

La idea del projecte era desenvolupar una primera iteració del mòdul d'autoexpedicions del TWO i començar a treure el cap al món de la visió per computador, que es preveu que serà molt present en el futur de la tecnologia. Aquest objectiu s'ha complert.

També s'han assolit els objectius plantejats en el disseny del treball i s'han definit els pròxims passos a seguir per poder arribar a vendre aquesta funcionalitat com a producte.

Aleshores, la conclusió que extreiem és que el projecte ha tingut èxit i que té potencial per ser un valor significatiu de l'SGA.

Com a desenvolupament a realitzar en el futur es planteja:

1. Assegurar la llegibilitat en entorn de lluminositat reduïda mitjançant llum infraroja que no afectaria als operaris.
2. Invertir en la millora de la llibreria de lectura o desenvolupar un sistema de lectura propi.
3. Invertir en càmeres industrials dissenyades per la lectura d'etiquetes.
4. Desenvolupar un sistema d'identificació de camions per assegurar que el producte es carrega sempre al camió correcte.
5. Vendre el producte com a part del SGA de l'empresa i posar-lo en productiu.

AGRAÏMENTS

S'agraeix la col·laboració i amabilitat a les següents persones o entitats:

SCM Logística y Trazabilidad, per proporcionar la oportunitat, els recursos i entorn adequats pel desenvolupament del treball.

Alex Galisteo, com a soci d'SCM, per mentoritzar el procés de desenvolupament i determinar els requisits de l'empresa i els clients.

Javier Sanchez, per mentoritzar el treball de fi de grau com a professor de la UAB.

Joaquim Llera, com a cap de magatzem de Markwins, per accedir a fer la simulació al seu magatzem

E-iceblue, com empresa propietària de la llibreria de codis de barra Spire Barcode, per accedir a facilitar-me una llicència acadèmica gratuïta per la realització del projecte.

BIBLIOGRAFIA

- [1] "TWO - Software de Gestión de Almacén", SCM Logística y Trazabilidad, Sant Quirze del Vallés, (Barcelona) España [En línia]. Disponible a: <https://www.scmlogistica.es/sga-software-gestion-almacen>. Consulta: Març 07, 2019.
- [2] "Sistema de gestión de almacenes", Wikipedia, [En línia]. Disponible a: https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_gesti%C3%B3n_de_almacenes. Consulta: Març 07, 2019.
- [3] "Desarrollo en espiral", Wikipedia, [En línia]. Disponible a: https://es.wikipedia.org/wiki/Desarrollo_en_espiral. Consulta: Març 16, 2019.
- [4] "Carretilla elevadora automotora", Gencat, [En línia]. Disponible a: http://www.gencat.cat/empresaiocupacio/departament/centre_documentacio/publicacions/se. Consulta: Març 17, 2019.
- [5] "Dimensiones de los tamaños de papel de la serie A", Tamañosdepapel, [En línia]. Disponible a: <https://www.tamanosdpapel.com/a-papel-tamanos.htm>. Consulta: Març 18, 2019.
- [6] "La asociación de fabricantes y distribuidores", AECOC, [En línia]. Disponible a: <https://www.aecoc.es/>. Consulta: Març 18, 2019.
- [7] "Matriz de datos", Wikipedia [En línia]. Disponible a: https://es.wikipedia.org/wiki/Matriz_de_datos. Consulta: Abril 02, 2019.
- [8] "ECC 200 Code Sizes", pepperl-fuchs [En línia]. Disponible a: <https://www.pepperl-fuchs.com/spain/es/6404.htm>. Consulta: Abril 03, 2019.
- [9] "Choosing the Right Camera Bus", National Instruments [En línia]. Disponible a: <http://www.ni.com/es-es/innovations/white-papers/12/choosing-the-right-camera-bus.html>. Consulta: Abril 03, 2019.
- [10] "Power over Ethernet", Wikipedia [En línia]. Disponible a: https://es.wikipedia.org/wiki/Power_over_Ethernet. Consulta: Abril 03, 2019.
- [11] "Cámaras industriales GigE de IDS", IDS Imaging [En línia]. Disponible a: <https://es.ids-imaging.com/store/products/cameras/gige-cameras.html>. Consulta: Abril 07, 2019.
- [12] "uEye lens finder", IDS Imaging [En línia]. Disponible a: <https://en.ids-imaging.com/ueye-lensfinder.html>. Consulta: Abril 07, 2019.
- [13] "Thread Class", Microsoft [En línia]. Disponible a: <https://docs.microsoft.com/es-es/dotnet/api/system.threading.thread?view=netframework-4.8>. Consulta: Maig 17, 2019.
- [14] "Stopwatch.Elapsed Property", Microsoft [En línia]. Disponible a: <https://docs.microsoft.com/es-es/dotnet/api/system.diagnostics.stopwatch.elapsed?view=netframework-4.8>. Consulta: Maig 17, 2019.
- [15] "OpenCV Videocapture Grab and Retrieve", Stack Overflow [En línia]. Disponible a: <https://stackoverflow.com/questions/37364490/opencv-videocapture-grab-and-retrieve>. Consulta: Maig 18, 2019.
- [16] "Flow charts", Smartdraw [En línia]. Disponible a: <https://cloud.smartdraw.com/>. Consulta: Maig 20, 2019.
- [17] "Class diagrams", Visual Paradigm [En línia]. Disponible a: <https://online.visual-paradigm.com/es/>. Consulta: Maig 24, 2019.
- [18] "Free Spire Barcode", e-iceblue [En línia]. Disponible a: <https://www.e-iceblue.com/Introduce/barcode-for-net-introduce.html>. Consulta: Maig 24, 2019.
- [19] "Cámaras", Infaimon [En línia]. Disponible a: <https://www.infaimon.com/categoria-producto/camaras/>. Consulta: Maig 24, 2019.
- [20] "xp-cmdshell", Microsoft [En línia]. Disponible a: <https://docs.microsoft.com/es-es/sql/relational-databases/system-stored-procedures/xp-cmdshell-transact-sql?view=sql-server-2017>. Consulta: Maig 24, 2019.
- [21] "FileZilla", FileZilla [En línia]. Disponible a: <https://filezilla-project.org/>. Consulta: Maig 26, 2019.
- [22] "FTP commands", serv-u [En línia]. Disponible a: <https://www.serv-u.com/features/file-transfer-protocol-server-windows/commands>. Consulta: Maig 26, 2019.
- [23] "SmtpClient.Send Method", Microsoft [En línia]. Disponible a: <https://docs.microsoft.com/es-es/dotnet/api/system.net.mail.smtpclient.send?view=netframework4.8>. Consulta: Maig 26, 2019.
- [24] "SmtpClient.Send Method", Microsoft [En línia]. Disponible a: <https://docs.microsoft.com/es-es/sql/t-sql/statements/bulk-insert-transact-sql?view=sql-server-2017>. Consulta: Maig 26, 2019.

APÈNDIXS

A1. QUÈ ÉS UN SGA?

Un SGA o Software de Gestión de Magatzems és una eina informàtica que s'utilitza per controlar, coordinar i optimitzar els moviments processis i operatives pròpies d'un magatzem.

Les principals funcionalitats d'un SGA són:

- Gestió de les entrades.
- Gestió de les ubicacions del magatzem.
- Gestió del control de stock
- Gestió del control de les sortides.
- Gestió dels clients i proveïdors.
- Servei de "reporting".

A2. QUÈ ÉS UNA PDA?



Una PDA, sigles en anglès de "Personal Digital Assistant", és un terminal de petites dimensions que combina un ordinador, un telèfon, un fax i connexions de xarxa.

Él seus usos més habituals en un magatzem poden ser, llegir codis de barres d'articles i ubicacions, introduir quantitats, etc ...

A3. Les metodologies "Agile"

Les metodologies "Agile" són aquelles que permeten adaptar la forma de treballa a les condicions de projecte, aconseguint així flexibilitat i immediatesa davant de canvis de requisits.

Les metodologies àgils més conegudes són:

- SRUM
- Kanban
- Extreme Programming XP

Consisteixen en anar fent cicles de desenvolupament anomenats "sprints" que incrementen la funcionalitat del projecte.

Les etapes de cada sprint normalment són:

- Anàlisi de requeriments: s'estudia el feedback del client respecte el camí que està seguint el projecte i s'assegura que el que tothom espera coincideix. En cas contrari, es fan els canvis pertinents.
- Disseny: es modifica el disseny tècnic del projecte per adaptar-lo als canvis de requeriments en cas de que n'hi hagi. Sempre es pot fer un canvi de disseny si es considera necessari encara que no hi hagi hagut cap canvi en els requeriments.
- Implementació: es posa en pràctica el disseny realitzat i s'implementa el codi.
- Test: es realitzen proves del codi desenvolupat per comprovar que funciona correctament. En cas que no, es prenen les decisions adequades com redefinir el disseny o corregir els errors.

Al final i inici de cada sprint es posa en comú tot el treball fet, problemes trobats i la feina a fer al pròxim sprint.

A4. QUÈ SÓN SISTEMES DE CONTROL DE VERSIONS COM GIT O TFS?

S'anomena control de versions a la gestió de diversos canvis que es realitzen sobre els elements d'un projecte o configuració del mateix.

Aquests sistemes guarden tots els estats pels que han passat els fitxers que s'han anat modificant, de forma que permeten tornar a qualsevol moment en el temps i tenir un registre dels canvis fets i comentaris

També aporten molt valor en projectes en equip, ja que permeten treballar en paral·lel sense que ningú trepitji els canvis de la resta.

Tant Git com TFS són dos sistemes de control de versions molt populars i similars. Mentre que TFS, "Team Foundation Services" és de Microsoft i està molt ben integrat dins de Visual Studio, Git és un sistema molt més universal.

A4. DIAGRAMES I PANTALLES EN DETALL

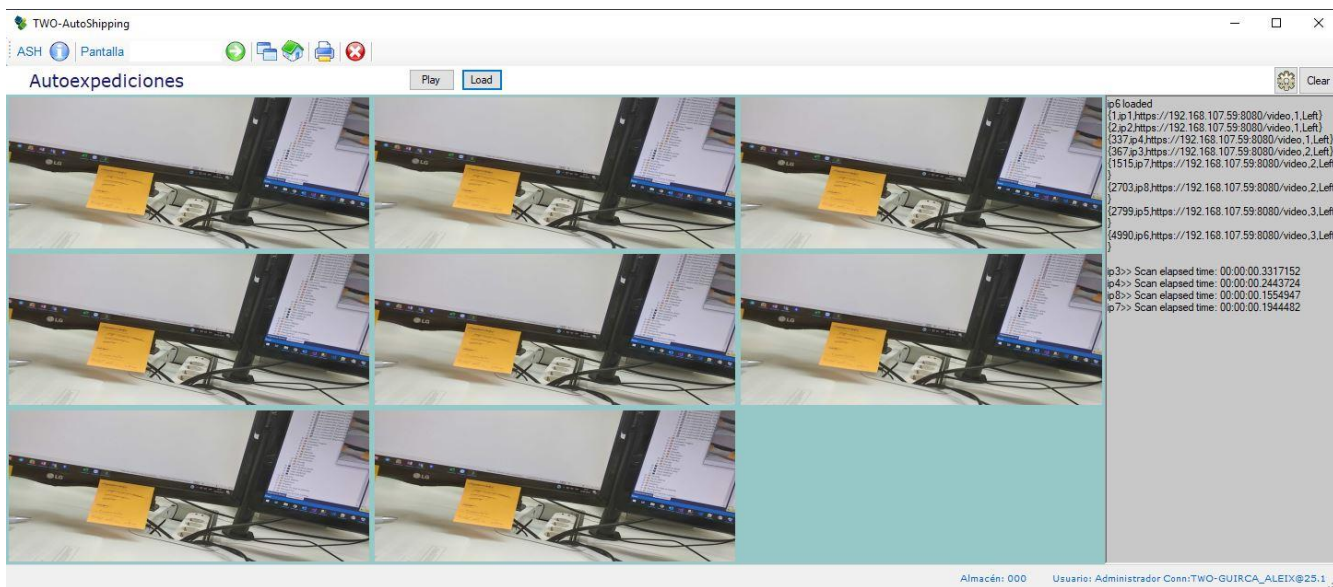


Fig. 6: Pantalla ASH.

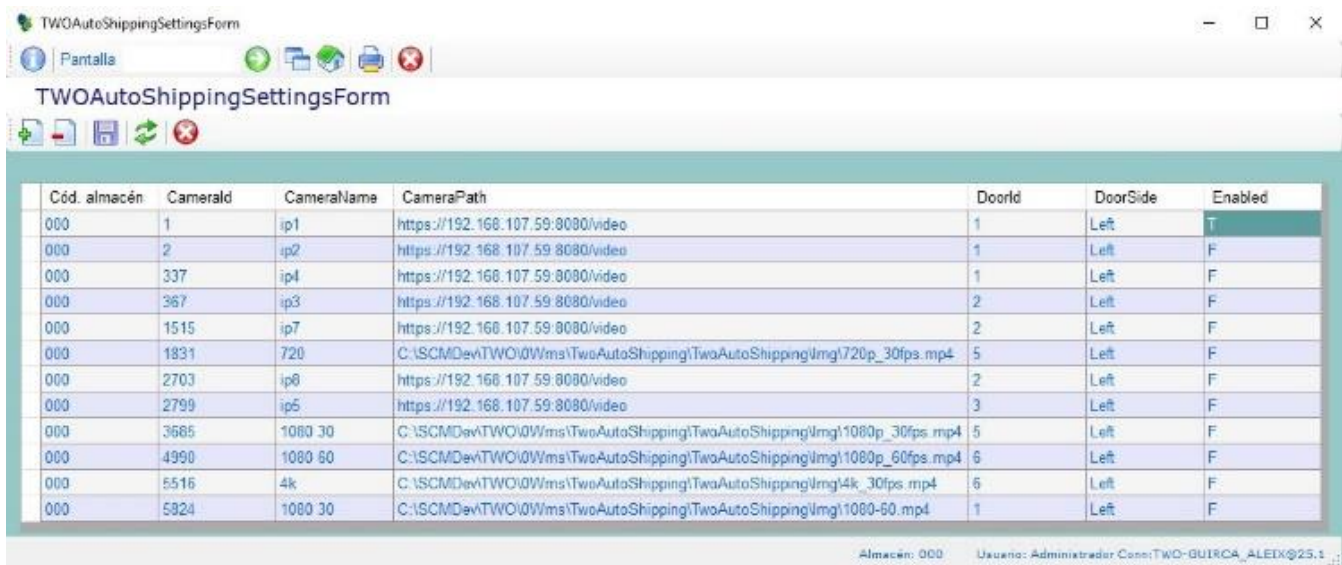


Fig. 7: Pantalla de configuració.

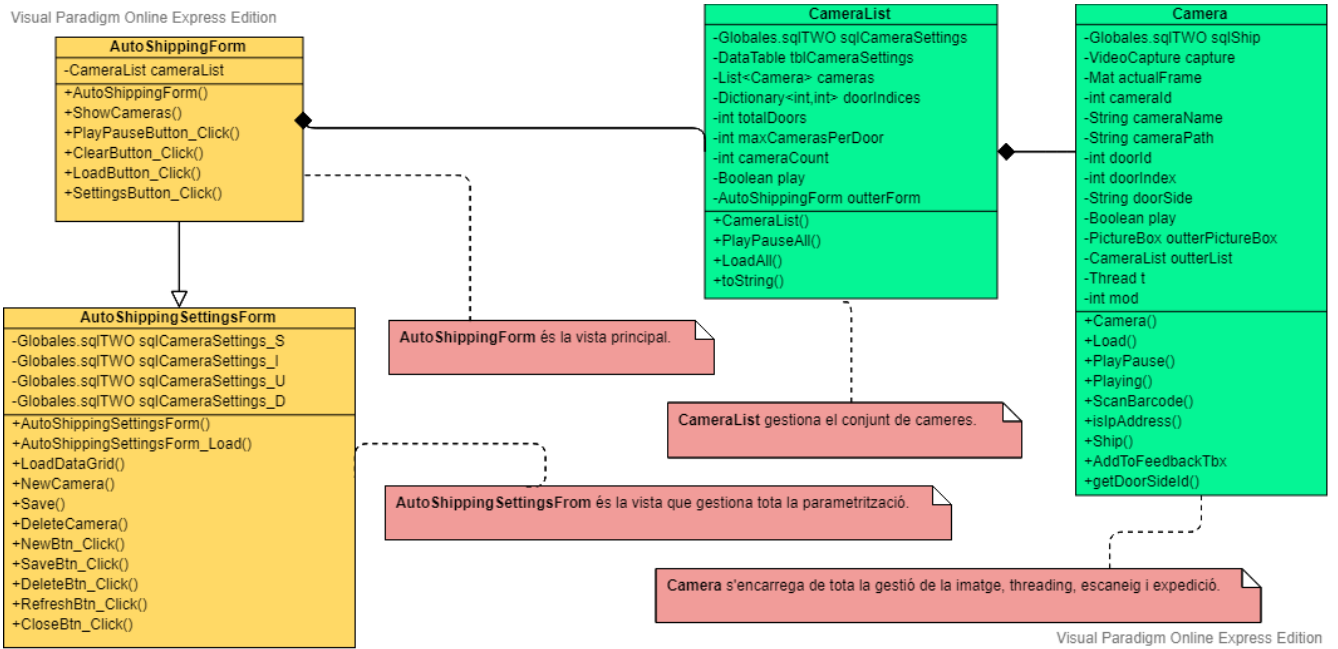


Fig. 8: Diagrama de classes C# de la interfície en detall.

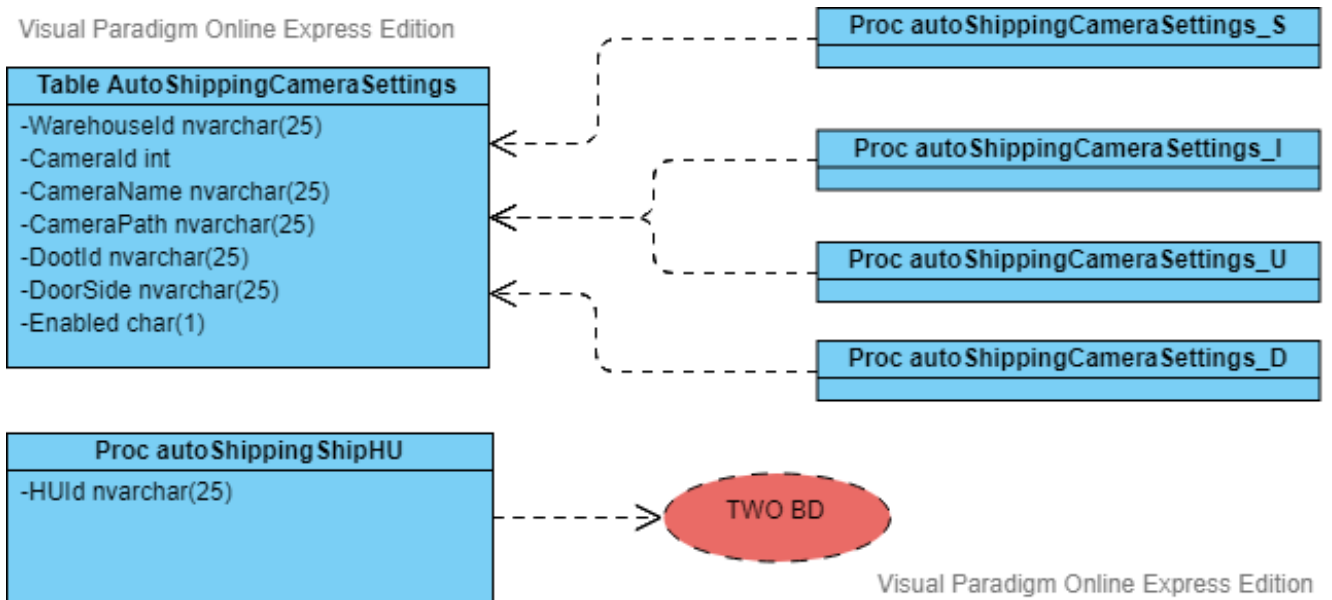


Fig. 9: Diagrama SQL en detall de la interfície en detall.

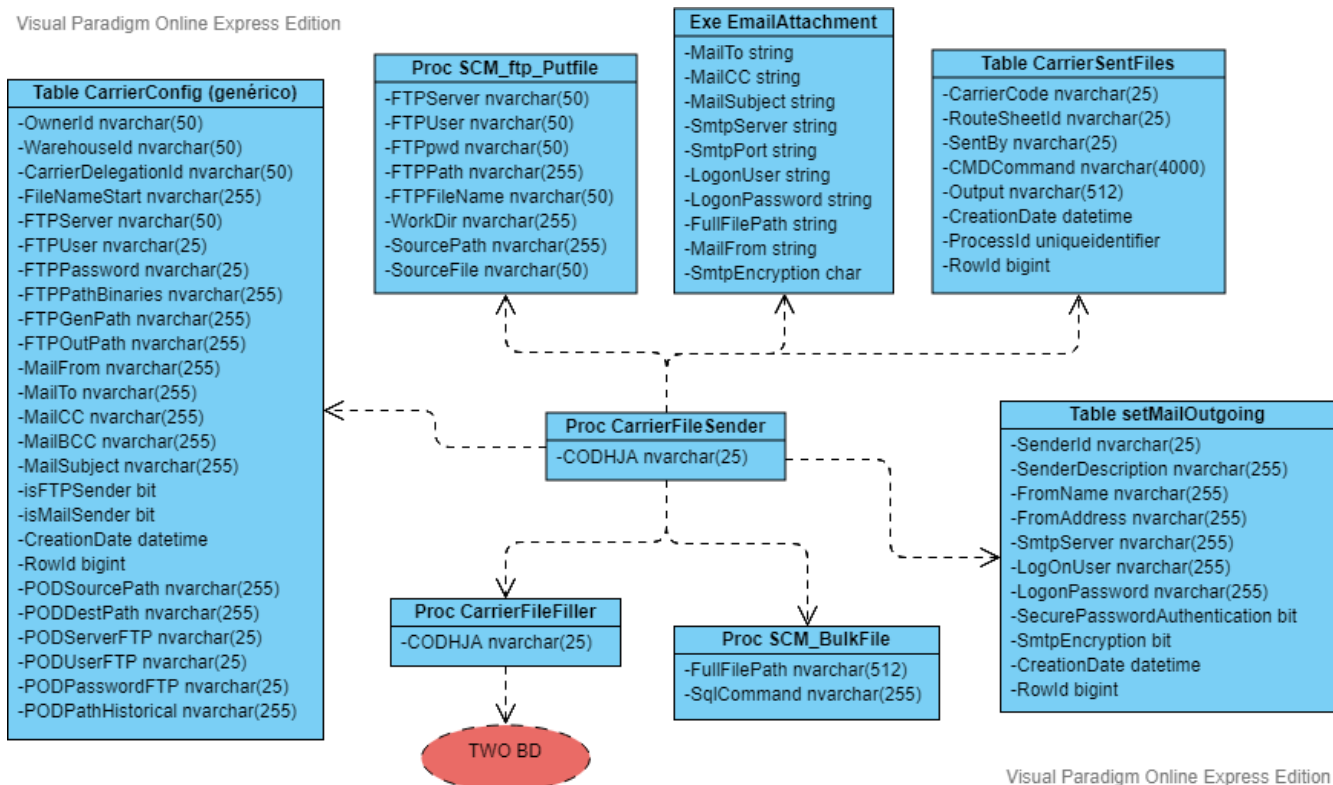


Fig. 12: Diagrama SQL de l'enviament de fitxers en detall.

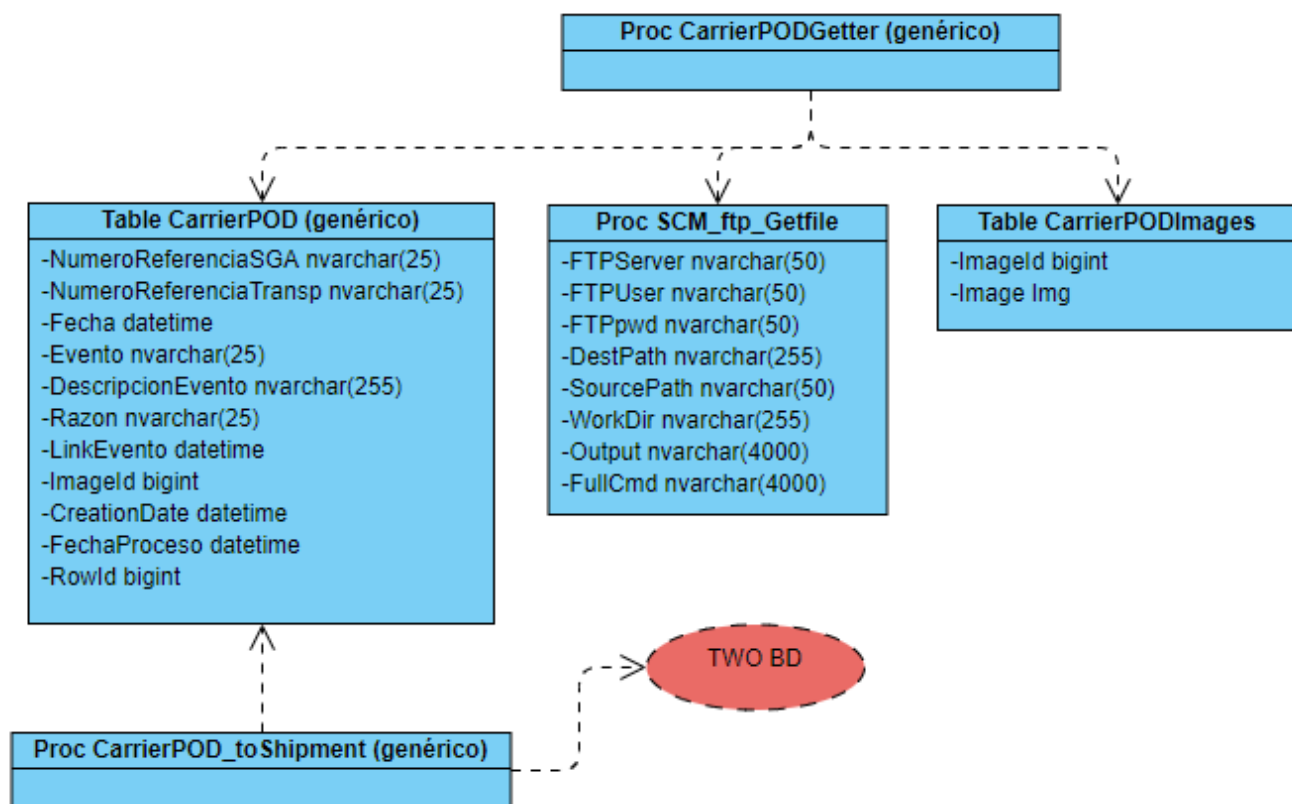


Fig. 13: Diagrama SQL del "delivery tracking" en detall.