

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas

Escuela Profesional de Informática



Diseño de un agente inteligente para el reconocimiento de expresiones faciales en secuencias dinámicas de imágenes.

Bch. Carlos Eduardo Plasencia Prado

Bch. Piere Andre Ruiz Alba

Trujillo - La Libertad

2018

**DISEÑO DE UN AGENTE INTELIGENTE PARA EL
RECONOCIMIENTO DE EXPRESIONES FACIALES EN
SECUENCIAS DINÁMICAS DE IMÁGENES**

CARLOS EDUARDO PLASENCIA PRADO

PIERE ANDRE RUIZ ALBA

**DISEÑO DE UN AGENTE INTELIGENTE PARA EL
RECONOCIMIENTO DE EXPRESIONES FACIALES EN
SECUENCIAS DINÁMICAS DE IMÁGENES**

Tesis presentada a la Escuela Profesional de Informática en la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad Nacional de Trujillo, como requisito parcial para la obtención del Título profesional de Ing. Informático

ASESOR: JUAN ORLANDO SALAZAR CAMPOS

Trujillo - La Libertad

2018

HOJA DE APROBACIÓN

Diseño de un agente inteligente para el reconocimiento de expresiones faciales en secuencias dinámicas de imágenes.

Carlos Eduardo Plasencia Prado

Piere Andre Ruiz Alba

Tesis defendida y aprobada por el jurado examinador:

Prof. Juan O. Salazar Campos - Asesor
Departamento de Informática - UNT

Prof. Edwin R. Mendoza Torres.
Departamento de Informática - UNT

Prof. Iris A. Cruz Florián
Departamento de Informática - UNT

Trujillo, 23 de diciembre del 2018

Dedicamos esta tesis a :

Nuestros Padres que siempre nos apoyaron en todo el transcurso de nuestra formacion academica.

Nuestros Profesores que nos guiaron en esta etapa universiaria, especialmente a nuestro asesor.

Agradecimientos

Agradecemos a Dios por habernos bendecido en toda nuestra vida...

A nuestros profesores del Departamento de Informática, de los cuales recibimos una gran cantidad de conocimientos . . .

A nuestro asesor el Prof. Juan Orlando Salazar Campos que siempre se mostro disponible e interesado en ayudarnos.

Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo el diseño de un agente inteligente que permita el reconocimiento de expresiones faciales en secuencias dinámicas de imágenes, el agente inteligente capta las secuencias dinámicas de imágenes mediante una cámara, luego descompone la secuencia en imágenes y analiza las imágenes obtenidas para que mediante el uso de algoritmos como el realce por histograma y filtro de ruido gaussiano permitir al algoritmo histograma de gradiente orientado (HOG) obtener la ubicación del rostro, después de haber obtenido las coordenadas referentes al rostro se procede a segmentar el rostro de la imagen para posteriormente extraer los puntos característicos o rasgos faciales con el algoritmo de patrones binarios locales (LBP) y mediante el clasificador máquina de vector soporte(SVM) que fue entrenado con secuencias dinámicas de imágenes de expresiones faciales, poder identificar las expresiones faciales o gestos como pueden ser : asombro, asco, enojo, felicidad, miedo, tristeza, y un estado normal, finalmente el agente muestra la expresión reconocida en el monitor del computador.

Palabras claves: reconocimiento, expresiones faciales, agente inteligente.

Abstract

The present work aims at the design of an intelligent agent that allows the recognition of facial expressions in dynamic sequences of images, the intelligent agent captures the dynamic sequences of images by a camera, then decomposes the sequence into images and analyzes the images to that the use of algorithms such as histogram enhancement and the Gaussian noise filter allow the algorithm oriented gradient histogram (HOG) to obtain the location of the face, after having done it, the coordinates refer to the face, we proceed to a segment of the face of the image to later extract the characteristic points or facial features with the algorithm of local binary patterns (LBP) and by means of the support vector machine classifier (SVM) that was trained with sequences of images of facial expressions, to be able to identify the expressions Facials or gestures such as: amazement, disgust, anger, happiness, fear, tris teza, and normal state, finally the agent shows the recognized expression on the computer monitor.

Keywords: recognition, facial expressions, intelligent agent.

Lista de símbolos

Constantes:

- (1) r, \bar{r} Índice que denota regiones.
- (2) n Índice de bienes finales deseados por los consumidores.
- (3) ...

Variables:

- (5) x^r Vector columna que denota la actividad de producción.
- (6) u^r ...

Índice de figuras

2.1. Estructura básica de un agente.	8
2.2. Aspectos claves para el desarrollo sustentable.	10
2.3. Logística reversa incluida en el desarrollo sustentable.	11
3.1. Esquema del proceso de colecta y transporte de RSU.	15

Índice de tablas

1.1. Estimativa en los programas de colecta selectiva formal (2008)	2
2.1. Resultados computacionales obtenidos en el modelo de Sterle (2010)	13

Índice general

Dedicatoria	IV
Agradecimientos	V
Resumen	VI
Abstract	VII
Lista de símbolos	VIII
Índice de Figuras	IX
Índice de Tablas	X
1. Introducción	1
1.1. Motivación	1
1.2. Formulación del problema	2

1.3.	Importancia de la investigación	2
1.4.	Objetivos	3
1.4.1.	General	3
1.4.2.	Específicos	3
1.5.	Contribución de la investigación	3
1.6.	Método de la investigación	4
1.7.	Estructura de la tesis	6
2.	Marco teórico	7
2.1.	Agentes Inteligentes	7
2.1.1.	Definición	7
2.1.2.	Características	8
2.2.	Sustentabilidad	9
2.3.	Logística directa y reversa	10
2.3.1.	Logística directa	10
2.3.2.	Logística reversa	11
2.3.2.1.	Modelos	11
2.4.	Modelamiento y ruteo	11
2.4.1.	Modelos utilizados en los problemas de ruteo de vehículo	12

3. Nombre de la propuesta o tema central de la tesis	14
3.1. Proceso de modelamiento	15
3.1.1. Proceso de ruteo	15
4. Resultados de la tesis	16
4.1. Teóricos	16
4.2. Computacionales	16
5. Consideraciones finales	17
5.1. Conclusiones	17
5.2. Trabajos futuros	18
A. Primer apendice	21
B. Segundo apendice	22
C. Tercer apendice	23

Capítulo 1

Introducción

En el siguiente capítulo presentamos las razones que nos motivaron al desarrollo de la presente tesis, además el planteamiento del problema principal y como se puede resolver, los objetivos que realizamos, la importancia de realizar la presente, la contribución que realizamos y por último la estructura detallada por capítulos de la presente.

1.1. Motivación

En la actualidad, la sociedad considera de mucha importancia contar con sistemas basados el reconocimiento de expresiones faciales en secuencia de imágenes en diferentes aspectos de nuestra vida diaria, por esto se ha convertido en un reto de la tecnología contemporánea debido a las inmensas aplicaciones que abarca el tema y a la sofisticada que es su técnica, ya que las aplicaciones desarrolladas no son muy eficientes y eficaces debido a la gran variedad de características del rostro y a las condiciones del medio.

Por lo tanto, se puede concluir que realmente existe una necesidad de poder usar secuencia dinámica de imágenes como medio de almacenamiento, esto nos brindaría más datos que ayudarían a un mejor reconocimiento.

1.2. Formulación del problema

En este trabajo, se propone diseñar un agente inteligente para responder a la siguiente pregunta:

¿Cómo reconocer expresiones faciales en secuencias dinámicas de imágenes?

1.3. Importancia de la investigación

Ejemplo:

Tabla 1.1: Estimativa en los programas de colecta selectiva formal (2008)

Residuos	Residuos colectados(t/día)	Residuos reciclados(t/año)
Metales	5 293	9 817
Papeles	23 997	3 827
Plástico	24 847	962
Vidrio	4 388	489

Fuente: MMA (2011).

1.4. Objetivos

A continuación presentamos los objetivos que aspiramos alcanzar con el desarrollo de esta tesis:

1.4.1. General

- Reconocer expresiones faciales en secuencias dinámicas de imágenes mediante un agente inteligente.

1.4.2. Específicos

- a) Obtener un tiempo de reconocimiento menor a 5s.
- b) Desarrollar un agente inteligente con un nivel de sensibilidad del 90
- c) Obtener una tasa de reconocimiento de expresiones faciales mayor al 95
- d) Determinar los resultados de aplicar el reconocimiento del agente a un conjunto de expresiones faciales seleccionadas.

1.5. Contribución de la investigación

El trabajo a desarrollar aporta al área computación ya que pretende investigar nuevas técnicas en procesamiento de imágenes y en procesamiento de secuencia de imágenes que puedan ser aplicadas a distintas áreas o actividades como seguridad, control, etc.

El presente trabajo academicamente permite poner en practica los conocimientos adquiridos durante nuestra formación académica y profesional permitiéndonos validar y aportar a la solución de problemas con lo aprendido en materias de la carrera.

1.6. Método de la investigación

De acuerdo con Lara Muñoz (2013), para el desarrollo del método debe presentarse un bosquejo de la manera en que se propone llevar a cabo la investigación, es decir, el camino a seguir o los pasos a seguir para realizar una cosa. Cuando mas complejo sea el bosquejo más fácil se desarrollará el proceso de investigación. Se utiliza el vocablo método en vez de metodología, ya este último se considera equivocado, en el sentido en que se le utiliza comúnmente en informes de investigación.

Los tipos de método a usar para TG en informática se considera:

- a) **Método deductivo:** Es un método de razonamiento que consiste en tomar conclusiones generales para explicaciones particulares. El método se inicia con el análisis de los postulados, teoremas, leyes, principios, etc., de aplicación universal y de comprobada validez, para aplicarlos a soluciones o hechos particulares.
- b) **Método cuantitativo:** Se fundamenta en la medición de las características de los fenómenos, lo cual supone derivar de un marco conceptual pertinente al problema analizado, una serie de postulados que expresen relaciones entre las variables estudiadas de forma

deductiva, es decir, estudia fenómenos susceptibles de cuantificación y utiliza pruebas estadísticas para el análisis de datos. Este método tiende a generalizar y normalizar resultados.

Por lo tanto, plantear el objeto de estudio, el diseño de investigación a usar, las técnicas de recolección de la información a ser utilizadas, definir la población y tamaño de la muestra que debe ser representativa y necesaria para hacer generalizaciones, **etapas del estudio** y análisis estadístico. El método de estudio entre otras cosas se refiere a la secuencia de pasos que se sigue para alcanzar los objetivos trazados, considerando los métodos deductivo y cuantitativo.

Ejemplo:

Para llegar a los objetivos propuestos, el desarrollo de la investigación comprendió las siguientes etapas de trabajo a saber:

- a) Análisis del problema de gestión de residuos sólidos urbanos (RSU) en el Brasil, para comprender la situación actual y levantar los principales cuellos de botella. Además, definir las principales variables de decisión para el modelamiento;
- b) Levantamiento de los principales casos de éxito en la gestión de RSU en las ciudades brasileras y de otros países;

1.7. Estructura de la tesis

Ejemplo:

En el capítulo I, Planteamiento de la investigación, se describe la problemática a la que nos enfrentamos, los antecedentes de este problema, formulándonos así una hipótesis que solucione dicha problemática, además se enuncian los objetivos y las justificaciones de la investigación. En el Marco teórico (capítulo II) se describe los fundamentos bases, que nos otorgó una visión completa de los temas abarcados en la investigación. El capítulo III se habla acerca de los materiales y métodos, se detalla la población y muestra como también las técnicas, instrumentos y fuentes usados para llevar a cabo las pruebas experimentales, además se especifican el diseño de contrastación e indicadores, los cuales son útiles para la interpretación de resultados. En el capítulo IV veremos el desarrollo Metodológico, se seleccionaron las técnicas adecuadas para la implementación del Sistema de reconocimiento. Seguidamente en el capítulo de Resultados, se obtuvieron los valores de los indicadores propuestos en la investigación.

Capítulo 2

Marco teórico

2.1. Agentes Inteligentes

2.1.1. Definición

Según Russell and Norvig (2010) un agente es cualquier cosa capaz de percibir su medio ambiente mediante sensores y actuar en ese medio mediante actuadores. También dan el ejemplo de un agente de software que recibe pulsaciones de teclas, contenido de archivos y paquetes de red como entradas sensoriales y actúa sobre el entorno al mostrar información en la pantalla, escribir archivos o enviar paquetes de red. Para efectuar el reconocimiento de expresiones faciales los sensores está representado por la cámara que obtiene las secuencias dinámicas de imágenes y dependiendo del reconocimiento mostrará en pantalla un resultado.

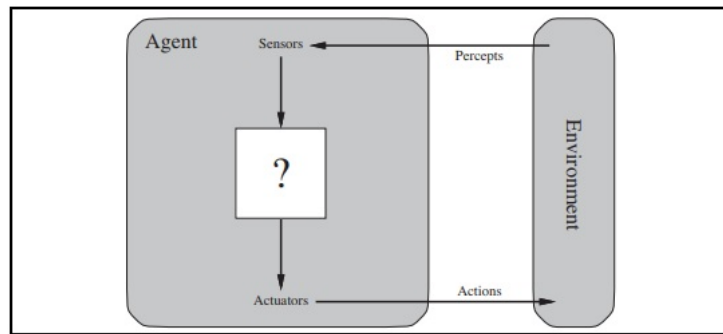


Figura 2.1: Estructura básica de un agente.
Fuente: Russell and Norvig (2010)

2.1.2. Características

Las principales características que podemos observar que posee un agente inteligente se presentan a continuación:

- **Autonomía:** Los agentes deben trabajar sin supervisión humana, al contrario que los programas que operan en base a interfaces de manipulación directa por parte del usuario. Así, una vez fijadas las condiciones y restricciones necesarias por parte del usuario, se espera que el agente intente cubrir o conseguir sus objetivos, dejando ocultos los detalles para dicho usuario (Wooldridge and Jennings, 1995).
- **Reactividad:** los agentes deben ser capaces de detectar cambios en su entorno y en consecuencia tomar sus propias decisiones para reaccionar ante ellos.

- **Adaptabilidad:** Dado a que los agentes reaccionan a los cambios producidos por el entorno, estos provocan que los agentes continuamente aprendan de estas experiencias y se adapten a dichos cambios.
- **Comunicación:** El agente tiene que tener la capacidad de comunicarse por medio de un lenguaje común con otros agentes de su medio y con los usuarios que interactúa.
- **Comunicación:** El agente tiene que tener la capacidad de comunicarse por medio de un lenguaje común con otros agentes de su medio y con los usuarios que interactúa.

2.2. Sustentabilidad

Ejemplo:

La configuración, característica, jurisdicción administrativa, relaciones económicas, sociales y ambientales de un espacio urbano se define por la población y por la función que ella desarrolla en un área geográfica o región (Bugliarello, 2006). De este modo las ciudades son sistemas dinámicos que interactúan continua y constantemente con su medio ambiente, acompañando las características, perfil, cultura y ritmo de desarrollo económico y social de su población. Los medios de transporte juegan un papel importante en tal ritmo de desarrollo de las ciudades, ya que ellos tienen como función relacional los factores poblacionales con los factores uso del suelo.

El desarrollo sustentable, (Figura 2.1), estará garantizado si se consideran tres aspectos fundamentales: económico, social y ambiental, donde la intersección de estos aspectos garantiza la calidad de vida en el espacio urbano y el equilibrio en las clases sociales en busca del bienestar (Tanguay et al., 2010).



Figura 2.2: Aspectos claves para el desarrollo sustentable.

Fuente: Tanguay et al. (2010)

2.3. Logística directa y reversa

2.3.1. Logística directa

Ejemplo:

Ghiani et al. (2004) entienden que la logística trata de la planificación y control de los flujos de materiales e informaciones relacionadas en las organizaciones, tanto en los sectores público y privado. Además su misión es hacer la entrega de los productos correctos, en el local correcto y en la hora correcta, optimizando los costos operacionales totales del proceso. satisfaciendo un

determinado conjunto de restricciones o condiciones.

2.3.2. Logística reversa

Ejemplo:

En los años 90 se presentaron definiciones generales las cuales vienen siendo mejoradas. Dekker et al. (2003) presenta una mejora en la definición de logística reversa como "el proceso de planificación, implementación y control de los flujos de materias-primas, en procesos de inventarios y bienes acabados, desde el punto de fabricación, distribución o uso, hacia el punto de recuperación o de eliminación".

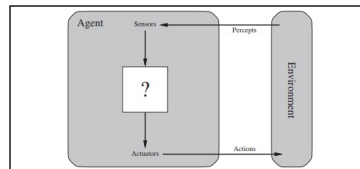


Figura 2.3: Logística reversa incluida en el desarrollo sustentable.

Fuente: Adaptación de Tanguay et al. (2010)

2.3.2.1. Modelos

2.4. Modelamiento y ruteo

Ejemplo:

El modelamiento matemático es una alternativa para expresar formalmente hechos reales que pueden ayudar en el proceso de toma de decisiones. El modelamiento permite la simula-

ción de procesos y de escenarios con la introducción de índices de desempeño que permitan cuantificar los costos y beneficios de la implementación del sistema, la mejoría de la sustentabilidad urbana y por supuesto los índices de contaminación en las grandes ciudades y su impacto en todo el medio ambiente.

2.4.1. Modelos utilizados en los problemas de ruteo de vehículo

Ejemplo:

El problema de ruteo de vehículos (Ombuki et al., 2006; Yeun et al., 2008) y sus variantes han ganado mucho interés en la comunidad académica. La intención de estar más cerca a la realidad mediante el modelamiento matemático, hace que se hayan desarrollado nuevos modelos de optimización.

Según Sterle (2010) el primer nivel de la red comprende la distribución de la carga desde las plataformas hasta las unidades satélites, utilizando vehículos de carga de mayor tamaño (g). El segundo nivel, consiste en montar rutas desde las unidades satélites hasta los clientes, usando para este caso vehículos de menor tamaño (v). El modelo de localización y ruteo de vehículos para la distribución de carga propuesto por el autor, además de hacer la conexión de los dos niveles y estudiar su inter relación y dependencia, el modelo busca determinar la cantidad necesaria de plataforma y de unidades satélites considerando el tamaño y dimensionamiento de la flota para el ruteo en dos niveles.

Tabla 2.1: Resultados computacionales obtenidos en el modelo de Sterle (2010)

Escenarios	Demanda cliente (ton.)	Tiempo (min.)	Costo (\$)
1	P1:1; P2:2; P3:2; P4:2; P5:1	0.12	667.42
2	P1:1; P2:2; P3:2; P4:2; P5:1; P:4; P7:3	56.54	1744.35
3	P1: 1; P2:2; P3:2; P4:2; P5:1; P6: 4; P7:3; P8:2; P9:2	287.70	1750.72
4	P1:1; P2:2; P3: 2; P4:2; P5:1; P6:4; P7:3; P8:2; P9:2; P10:1	1848.57	1773.46
5	P1:1; P2:2; P3: 2; P4:2; P5:1; P6:4; P7:3; P8:2; P9:2; P10:1	1848.57	1773.46
6	P1:1; P2:2; P3: 2; P4:2; P5:1; P6:4; P7:3; P8:2; P9:2; P10:1	1848.57	1773.46

Fuente: Resultados obtenidos con CPLEX.

Capítulo 3

Nombre de la propuesta o tema central de la tesis

Ejemplo:

Basado en los conceptos discutidos en los capítulos 1 y 2, así como de la experiencia obtenida del análisis de resultados de los modelos matemáticos estudiados y programados con CPLEX, se caracterizan los principales elementos que componen el modelo propuesto en este trabajo para la colecta y transporte de RSU en un área urbana. Así, se estructura una red logística reversa para los RSU considerando diferentes centros especializados o unidades productivas para atender las diferentes fases del proceso en la red. En este proceso de modelamiento se tuvo cuidado en mantener la propuesta lo mas cerca a la realidad de las ciudades, donde el modelo fue testado y validado.

3.1. Proceso de modelamiento

Ejemplo:

La planificación y modelamiento del sistema de logística reversa de una área urbana es una fase importante y estratégica, para obtener en el futuro óptimos resultados en el proceso de gerenciamiento y operación del sistema reverso de RSU. El modelamiento permite determinar la localización de las estaciones de colecta y de unidades especiales necesarias, así como el flujo que será movido a lo largo de la red permitiendo dimensionar todo el sistema y sus componentes (Figura 3.1).

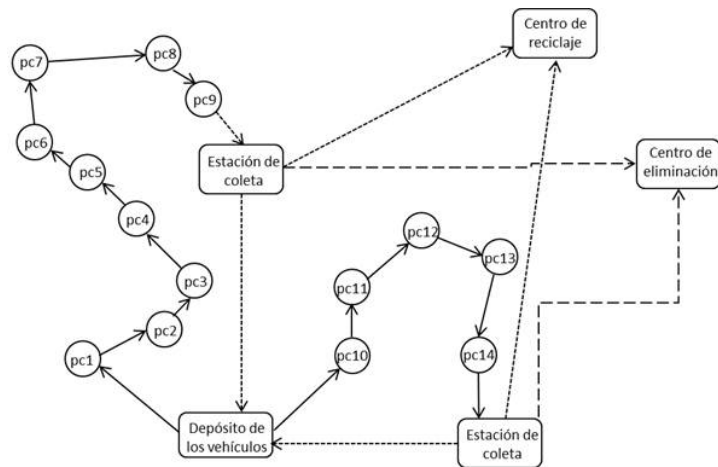


Figura 3.1: Esquema del proceso de colecta y transporte de RSU.

Fuente: Elaboración propia

3.1.1. Proceso de ruteo

Capítulo 4

Resultados de la tesis

Al culminar con la investigación se llegaron a resultados interesantes del punto de vista tanto teórico como computacional. Estos resultados muestran que se contrasta la hipótesis planteada durante el proceso de elaboración del plan de investigación, es decir, que se logró demostrar la relación entre las variables de estudio formuladas en la investigación.

4.1. Teóricos

4.2. Computacionales

Capítulo 5

Consideraciones finales

5.1. Conclusiones

Ejemplo

La investigación bibliográfica revela que realmente existe una preocupación de los gobiernos federales con el destino final de los residuos sólidos, con el objetivo de preservar la salud de la población y el medio ambiente urbano y rural. Por ejemplo, se observa la creación, en el caso del Brasil, de la Ley 12.305/10. Sin embargo existe una laguna entre las metas propuestas en la ley con las metas reales de los gobiernos locales. Eso se debe a la falta de una buena estructura organizacional, gerencial y operacional de los gobiernos locales capaz de atender las demandas locales y las necesidades de la población.

La falta de cuadros especializados, tanto en los gobiernos centrales como locales, para realizar la planificación y modelamiento de una red logística reversa puede ser compensada con la contribución de los investigadores que actúan en ese campo del conocimiento. Es muy difícil

la formación de un equipo que tenga todo el conocimiento en las áreas de ciencia de la computación, de geo procesamiento, de modelamiento matemático y de logística reversa, entre otras. Esa es una de las principales justificativas que los gobiernos, federales y locales, argumentan a la falta de planificación de una red logística reversa que funciones eficaz y eficientemente.

Por lo tanto, como quedó demostrado a lo largo de este trabajo, es posible realizar el modelamiento matemático para este tipo de problema con baja inversión, así como aplicarlo en varias regiones sin necesidad de grandes cambios en el modelamiento propuesto. El modelo propuesto calcula los flujos en la red logística reversa, permitiendo dimensionar la cantidad y capacidad de las unidades productivas y de los vehículos.

...

5.2. Trabajos futuros

Bibliografía

- Bugliarello, G. (2006). Urban sustainability: Dilemmas, challenges and paradigms. *Technology in society, Elsevier*, 28(22):19–26.
- Dekker, R., Inderfurth, K., van Wassenhove, L., and Fleischmann, M. (2003). Quantitative approaches for reverse logistics. *Springer-Verlag, Berlin. Forthcoming*, 24(22):40–60.
- Ghiani, G., Laporte, G., and Musmanno, R. (2004). *Introduction to logistics systems planning and control*. Jhon Wiley & Sons.
- Lara Muñoz, E. M. (2013). *Fundamentos de investigación: Un enfoque por competencias, 2da. edición*. Alfaomega, México.
- MMA (2011). *Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)*. Ministério do Meio Ambiente.
- Ombuki, B., Ross, B. J., and Hanshar, F. (2006). Multi-objective genetic algorithms for vehicle routing problem with time windows. *Applied Intelligence, Springer Science*, 322(12):91–99.

- Russell, S. J. and Norvig, P. (2010). *Artificial Intelligence: A Modern Approach, 3rd ed.* Pearson Education, United States.
- Sterle, C. (2010). *Location-Routing models and methods for freight distribution and infomobility in city logistics*. Thèse de doctorat. Centre interuniversitaire de recherche sur les réseaux d'entreprise, la logistique et le transport., CIRRELT.
- Tanguay, G., Rajaonson, J., Lefevre, J., and Lanoie, P. (2010). Measuring the sustainability of cities: An analysis of the use of local indicators. *Ecological Indicators, Elsevier*, 26(22):100–115.
- Wooldridge, M. and Jennings, N. R. (1995). Intelligent agents: Theory and practice. *Knowledge Engineering Review*.
- Yeun, L., Ismail, W., Omar, K., and Zirour, M. (2008). Vehicle routing problem: Models and solutions. *Journal of Quality measurement and analysis*, 22(13):111–120.

Apéndice A

Primer apendice

hola como estas

Apéndice B

Segundo apendice

si te escucho

Apéndice C

Tercer apendice

sdsdsd