

# ROBOT PEMANDU PELAWAT PERPUSTAKAAN DENGAN MENGGUNAKAN SISTEM PENGOPERASIAN ROBOT

Tang Wei Liang  
Prof. Madya Dr. Azizi Abdullah

*Fakulti Teknologi & Sains Maklumat, Universiti Kebangsaan Malaysia*

## ABSTRAK

Robot pemandu pelawat perpustakaan ialah satu sistem robot yang menggabungkan aplikasi web dan teknologi robotik. Robot ini bertujuan untuk memperkenalkan teknologi robotik kepada mahasiswa-mahasiswi di universiti dan membawa dekat teknologi tersebut kepada pengunjung perpustakaan untuk memudahkan proses pencarian buku dalam kawasan perpustakaan. Sistem robot ini dibahagikan kepada dua bahagian, aplikasi web dan penggunaan robot. Pengguna berinteraksi dengan robot melalui aplikasi web. Aplikasi web ini mengumpul data buku yang ingin dicapai oleh pengunjung perpustakaan dan memaparkan data tersebut kepada robot melalui Internet. Kemudian robot membawa pengunjung kepada lokasi-lokasi buku yang ingin dicapai. Sistem robot dalam kajian ini dibangunkan dengan rangka kerja web Django dan ROS. Sublime Text digunakan untuk menjalankan pengaturcaraan. Pangkalan data yang digunakan dalam kajian ini ialah MySQL. Pelayar web Google Chrome digunakan untuk nyahpejkat aplikasi web. Metodologi berasaskan agile development digunakan untuk mempercepatkan proses pembangunan untuk memperolehi satu produk minimum yang berfungsi.

## 1 PENGENALAN

Kemampuan robotik baharu yang inovatif, algoritma pembelajaran mesin yang cerdas, dan kuasa pengkomputeran yang berganda telah merealisasikan impian penyelidik untuk membina sistem robot yang lebih selamat dan serba boleh. Langkah wajar seterusnya adalah mengintegrasikan teknologi robotik ke dalam kehidupan seharian manusia.

Dengan pembangunan platform robot bersumber terbuka yang menjadi piawai antarabangsa, penciptaan peranti penglihatan komputer yang tepat dan berharga rendah, dan peningkatan ketangkasan pergerakan robot, penggunaannya dalam aktiviti manusia telah menyaksikan satu perubahan yang ketara. Pengaplikasian teknologi robotik dan kecerdasan buatan ke dalam aktiviti harian manusia, dari robot pengangkut di gedung besar hingga robot pembersih di rumah kediaman

Robot yang beroperasi dengan selamat dekat dengan manusia digelar sebagai robot servis. Robot servis dapat dikategorikan ke dalam dua jenis, iaitu robot servis profesional dan robot servis domestik.

Pada masa akan datang, ramai lagi robot servis yang dijangka akan dilancarkan ke pasaran, dengan matlamat untuk membantu manusia dalam menjalankan aktiviti seharian supaya dapat hidup dengan lebih selesa. Antaranya yang paling menarik adalah robot mudah alih yang berfungsi sebagai pemandu pelawat.

## **2 PENYATAAN MASALAH**

Sistem robot, biarpun sesuatu yang biasa dalam bidang-bidang profesional dan industri-industri perkilangan, pengguna biasa khususnya mahasiswa-mahasiswi belum lagi dapat mencapai teknologi robotik sekerap teknologi lain seperti telefon pintar. Hal ini menyebabkan mahasiswa-mahasiswi ketinggalan dalam pengejaran kemajuan teknologi dan juga pencapaian akademik. Kajian ini cuba mencari cara pengaplikasian sistem robot dalam kawasan kampus universiti.

## **3 OBJEKTIF KAJIAN**

Matlamat kajian ini adalah membawa teknologi robotik supaya lebih dekat dengan pengguna biasa. Objektif kajian ini adalah (1) Menyesuaikan sistem operasi robot ROS untuk tugas pemandu arah, (2) Mereka bentuk algoritma ROS untuk tugas di atas, (3) Mengaplikasi algoritma yang diubahsuai ke dalam robot.

## **4 METOD KAJIAN**

Pendekatan kajian ini adalah berasaskan agile development. Kaedah ini menitikberatkan kepada pembangunan yang pantas dan responsif. Sistem robot dibina secara lelar dan ditambahbaik secara berterusan. Hal demikian dapat meminimumkan kos pembangunan dan dapat mengubah suai produk dengan pantas berdasarkan maklum balas.

#### **4.1 Fasa Perancangan**

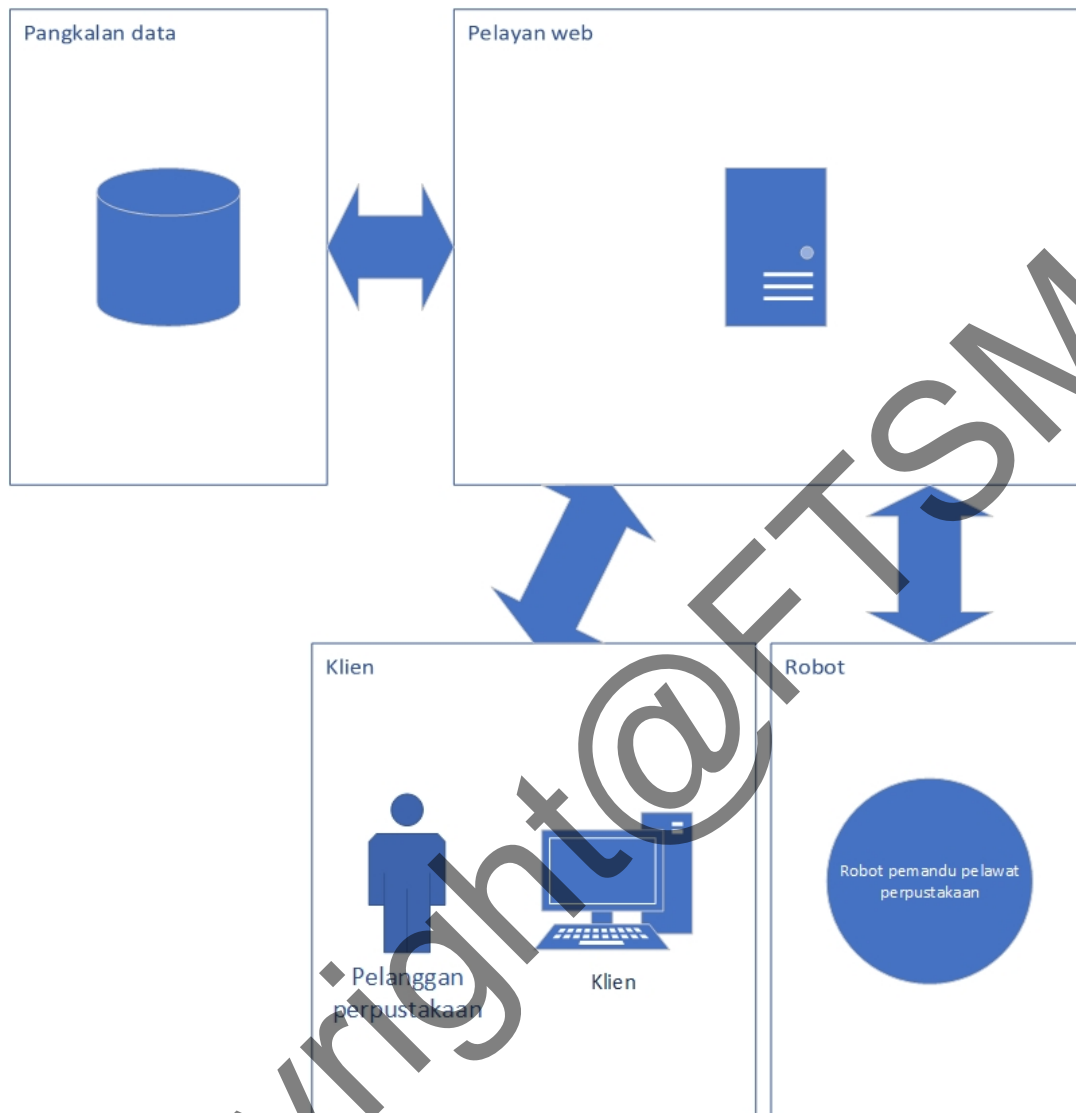
Fasa Perancangan menumpu kepada perancangan projek. Pembangun mengenal pasti permasalahan kajian dan mencadangkan cara penyelesaian.

#### **4.2 Fasa Analisis**

Seterusnya, pembangun mula mengumpul dan menggariskan spesifikasi keperluan pengguna. Pada masa yang sama, pembangun mengkaji kerja-kerja lepas yang relevan dengan topik kajian. Kemudian, hasil akan didokumenkan sebagai panduan untuk fasa yang seterusnya.

#### **4.3 Fasa Reka Bentuk**

Dalam kajian ini, komponen dalam sistem robot, iaitu robot pemandu pelawat, komputer klien, pelayan web dan pangkalan data berinteraksi sesama lain dengan melakukan permintaan dan memberi keputusan. Ciri komunikasi ini paling sesuai digambarkan dengan model pelayan-klien. Model pelayan-klien dalam kajian ini mempunyai empat komponen iaitu Klien, Pelayan web, Robot, dan Pangkalan data.



Menurut rajah di atas, pelanggan perpustakaan menggunakan Klien, melalui pelayar web, untuk buat permintaan kepada Pelayan web. Pelayan web kemudian akan buat permintaan kepada Pangkalan data untuk mendapat data-data yang berkenaan dan seterusnya memberi respons kepada Klien dengan memaparkan di pelayar web di Klien.

Robot pula akan buat permintaan kepada Pelayan web secara berterusan. Sepanjang tempoh tersebut, dua (2) kemungkinan akan berlaku. **(1):** Jika Pelayan web memberi respons kepada Robot bahawa tidak ada buku yang sedang menunggu, Robot terus buat permintaan. **(2):** Jika Pelayan web memberi respons kepada Robot bahawa ada buku yang sedang menunggu, data lokasi buku tersebut akan dihantar kepada robot dan robot merancang laluan ke lokasi tersebut.

#### 4.4 Fasa Pengujian

Pengujian sistem bertujuan untuk menguji fungsi sistem agar sistem berkelakuan seperti yang dijangka. Kaedah pengujian yang digunakan dalam kajian ini adalah pengujian unit dan pengujian integrasi.

Dalam kajian ini, pengujian sistem dijalankan sebagai simulasi dalam pensimulasi Gazebo. Oleh itu, langkah-langkah telah diambil dan pengaturcaraan robot telah diubahsuai agar dapat beroperasi dengan lancar dalam dunia maya.

Dalam kes-kes uji yang melibatkan simulasi robot dan robot menerima lebih daripada satu (1) data lokasi, pengaturcaraan robot telah diubahsuai untuk bergerak ke lokasi seterusnya dengan segera. Dalam proses operasi sebenar dalam persekitaran sebenar, pengguna dikehendaki untuk menekan butang B0 yang terdapat di atas robot untuk meneruskan proses pencarian buku.

Tambahan, dalam pensimulasi Gazebo tidak mempunyai dilengkapi dengan dok pengecas. Oleh itu, jikalau berlakunya situasi robot bergerak ke dok pengecas dan menunggu respons daripada dok, *coffee\_bot.py* akan diberhentikan dan dimulakan semula untuk meneruskan pengujian.

Sebelum pengujian bermula, arahan *roslaunch turtlebot\_gazebo turtlebot\_world.launch world\_file:=<full path to the world file>, roslaunch turtlebot\_gazebo amcl\_demo.launch map\_file:=<full path to the map file>, roslaunch turtlebot\_rviz\_launchers view\_navigation.launch*, dan *python coffee\_bot.py* dimasukkan ke dalam terminal dalam tab yang baru untuk setiap arahan. Ambil perhatian untuk menggantikan direktori kepada fail dunia maya, fail peta, dan juga tukar direktori kepada folder yang mengandungi *coffee\_bot.py* sebelum melaksanakan arahan tersebut.

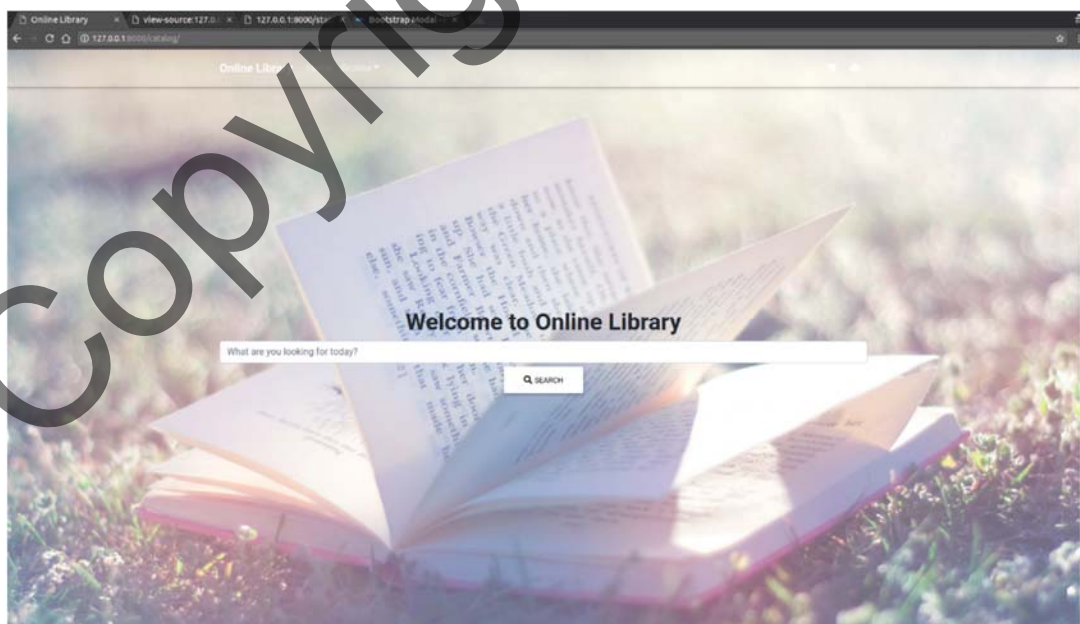
## 5 HASIL KAJIAN

Hasil kajian adalah satu sistem robot yang ditugaskan di kawasan perpustakaan. Pengguna berinteraksi dengan system robot ini melalui aplikasi web. Fungsi utama aplikasi web ini ialah

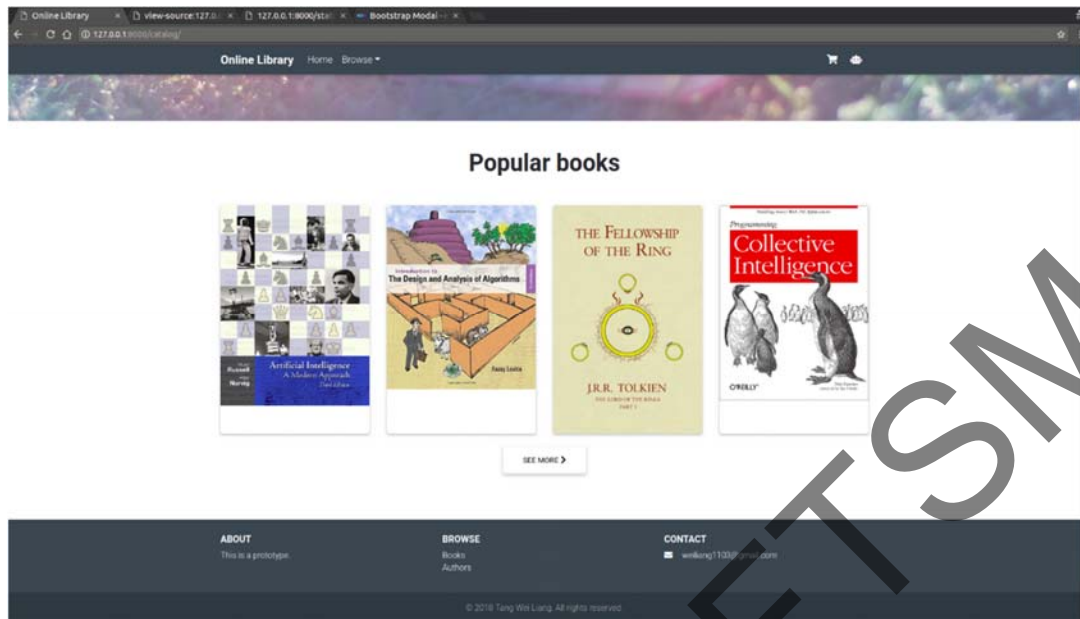
memaparkan buku-buku yang terdapat dalam perpustakaan dan menyimpan buku-buku yang pengguna ingin capai dan hantar data lokasi buku kepada robot.

Aplikasi web ini dibangunkan dengan Django. Django mengagihkan tugas-tugas kepada *URLs*, *Views*, *Model*, dan *Templates*. *URLs* memproses pautan permintaan klien dan menghantar permintaan tersebut kepada *Views* yang berkenaan. Kemudian, *Views* akan memproses permintaan tersebut, meminta data melalui *Models* jika perlu, dan memulangkan respons yang sesuai dengan menggunakan *Templates*. *Models* merupakan objek Python yang mendefinisikan struktur data, termasuk jenis data dan cara pengendalian data, yang mewakili objek dalam aplikasi web (seperti buku dan pengarang dalam kajian ini). *Templates* pula merupakan templat halaman web yang memaparkan keputusan *Views* kepada pengguna. Dalam kajian ini, pengaturcaraan *URLs*, *Views*, *Models*, dan *Templates* dilakukan dengan menggunakan Sublime Text.

*Home* merupakan halaman pendaratan atau halaman pertama yang ditemui oleh pengguna semasa mengguna aplikasi web. Halaman ini memaparkan satu bar carian untuk memudahkan pengguna mencapai buku yang diinginkan. Halaman ini juga mempunyai seksyen *Popular books* yang memaparkan buku-buku yang paling digemari oleh pengunjung perpustakaan.

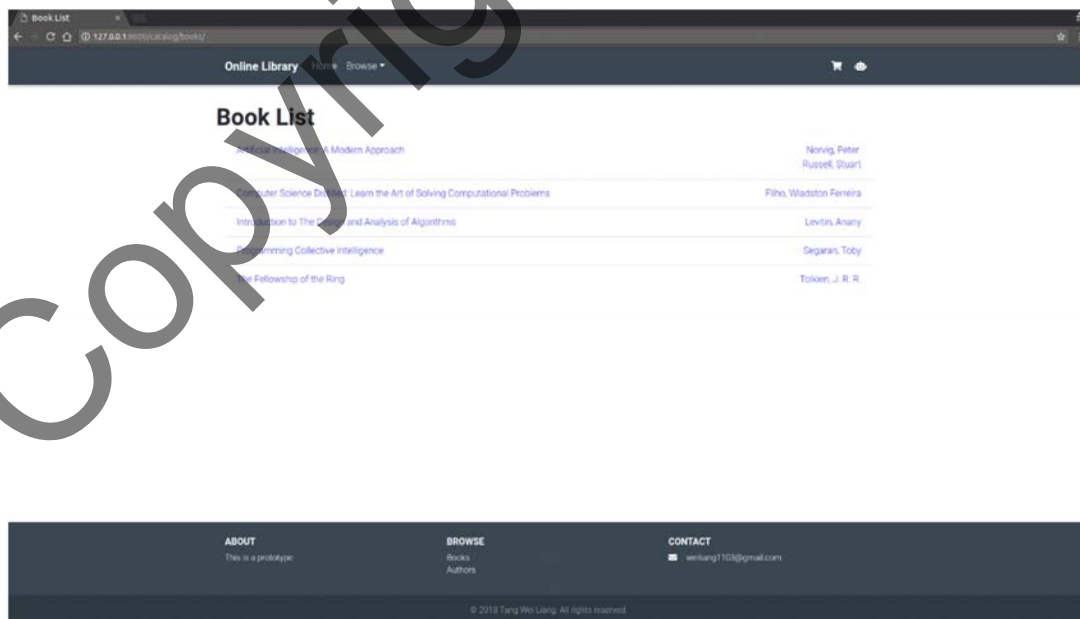


Rajah 1 Halaman *Home*.

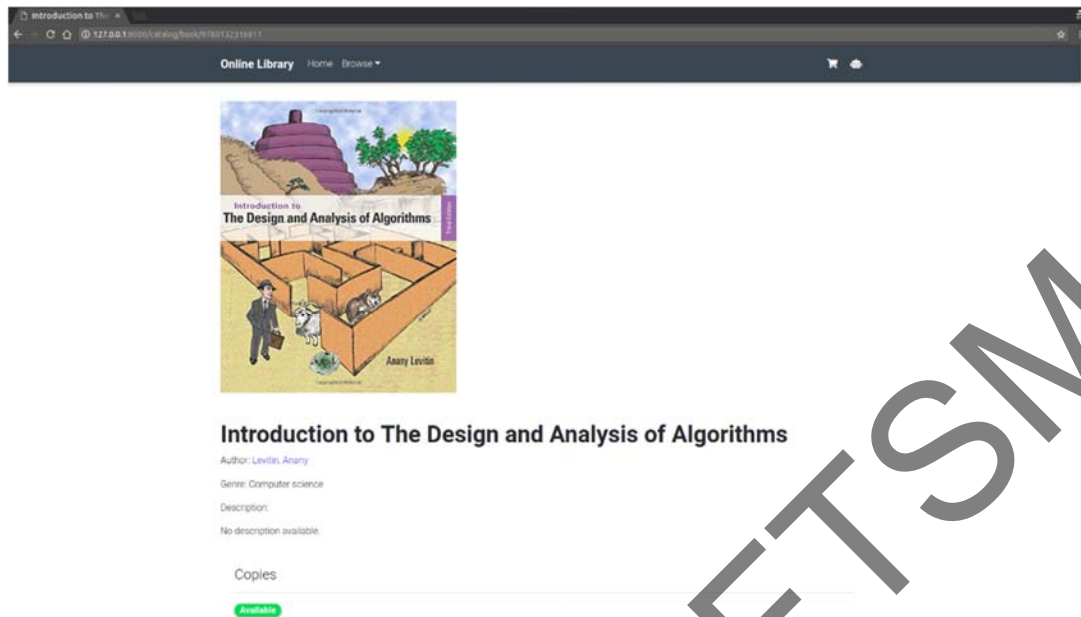
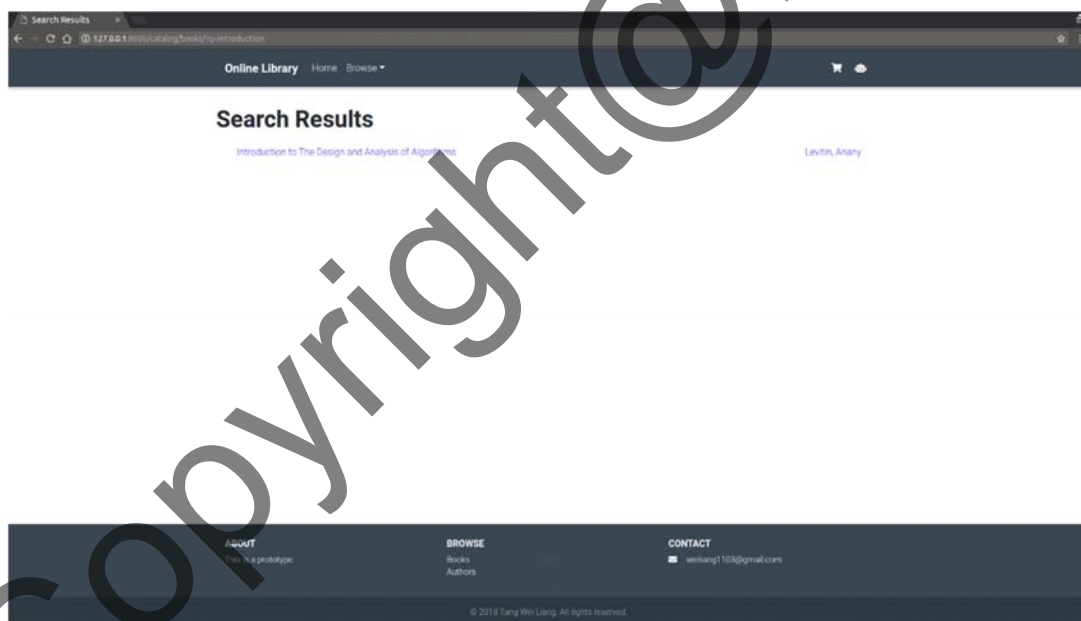


Rajah 2 Seksyen *Popular books* dalam halaman *Home*.

*Books* mempamerkan semua buku-buku yang terdapat dalam pangkalan data. Jika pengguna mencari buku dengan kata kunci, *Books* pula memaparkan keputusan carian. Setiap pautan dalam *Books* akan membawa pengguna ke halaman *Book detail* yang mempamerkan butiran terperinci buku.



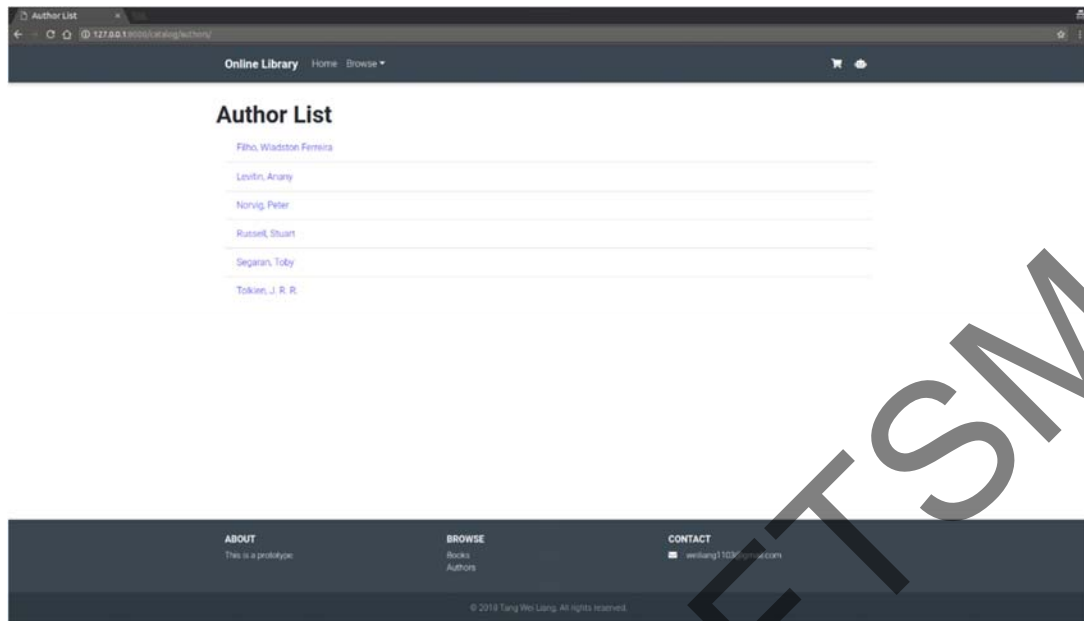
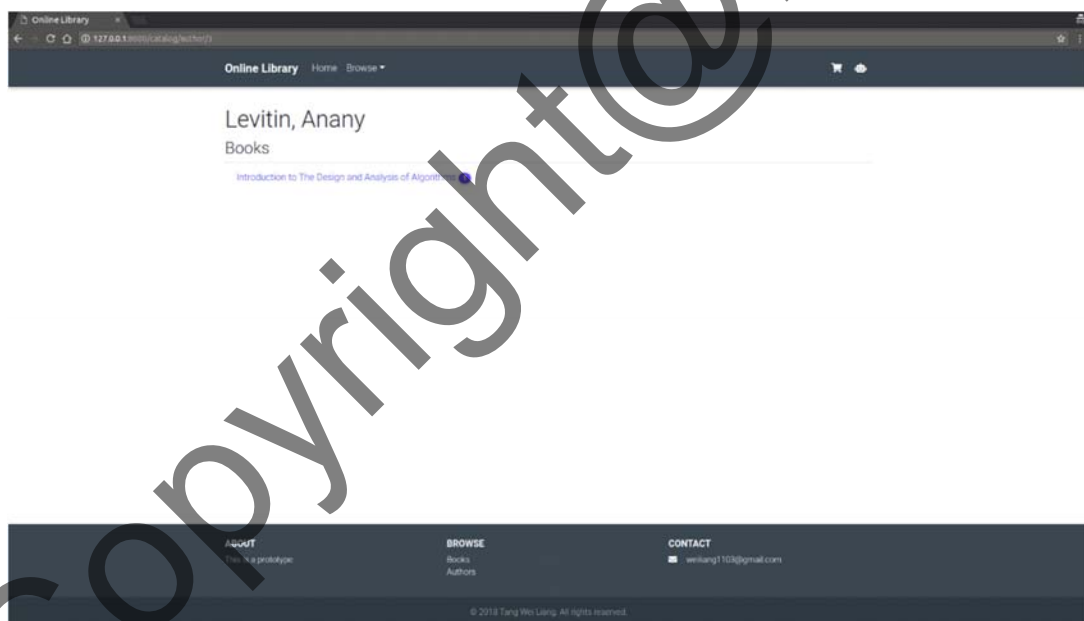
Rajah 3 Halaman *Books*.

Rajah 4 Halaman *Book detail*.

Rajah 5 Halaman keputusan carian.

Halaman *Authors* memamerkan pengarang-pengarang yang terdapat dalam pangkalan data. Setiap pautan dalam halaman *Authors* membawa pengguna ke halaman *Author detail* yang memaparkan semua buku yang dikarang oleh pengarang berkenaan.

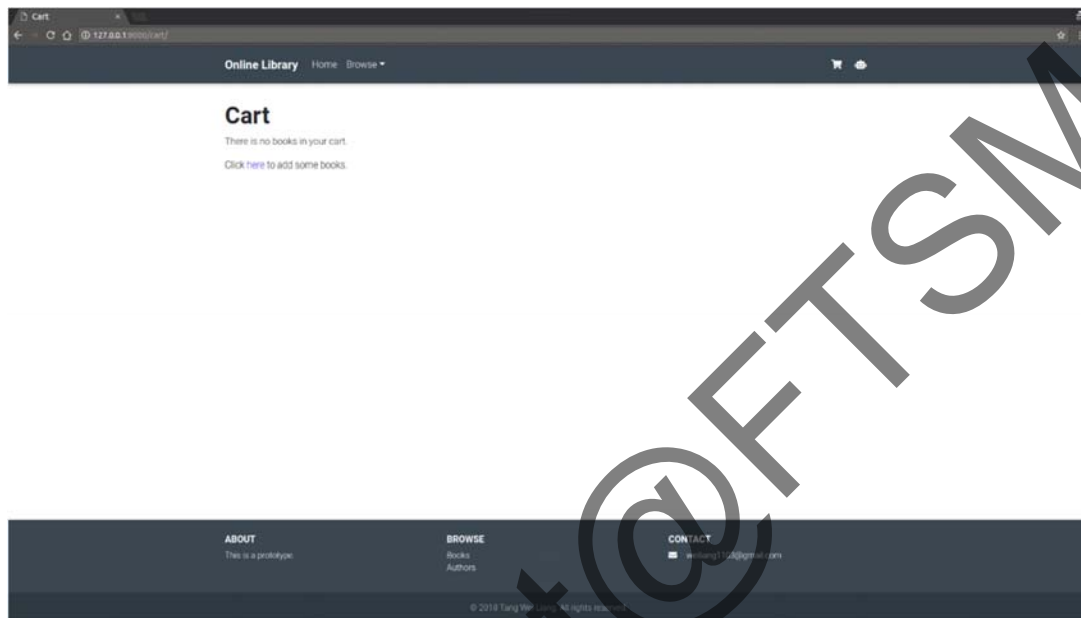


Rajah 6 Halaman *Authors*.

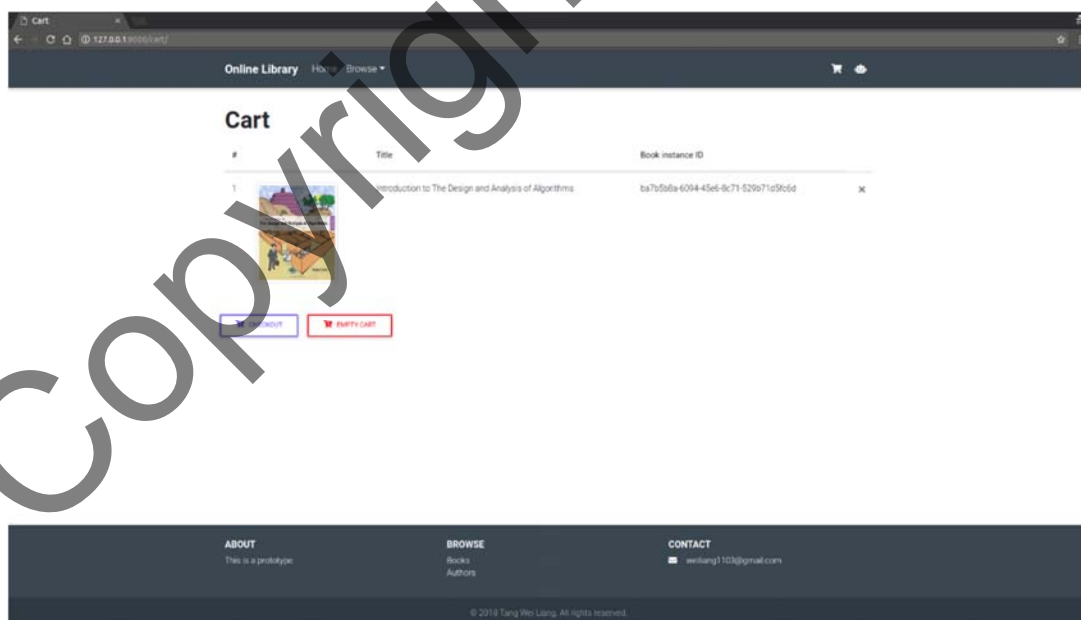
Rajah 7 Halaman butiran terperinci pengarang.

Selain daripada aplikasi web *catalog*, aplikasi web *cart* diwujudkan dengan arahan *python3 manage.py startapp cart*. Aplikasi ini berfungsi memproses data yang diperlukan oleh robot dan menghantar data tersebut kepada robot sebagai gol navigasinya.

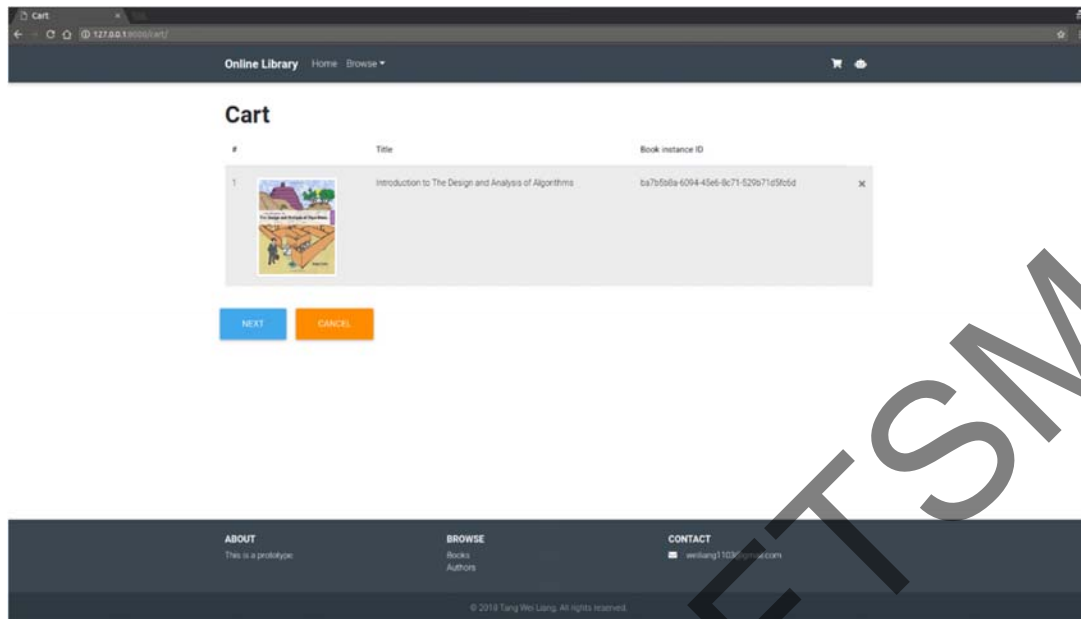
Dalam halaman *Cart*, buku-buku yang telah disimpan oleh pengguna dipaparkan. Maklumat ini akan diproses dan dihantar ke TurtleBot untuk menentukan lokasi buku yang ingin dicapai.



Rajah 8 Halaman *Cart* kosong.

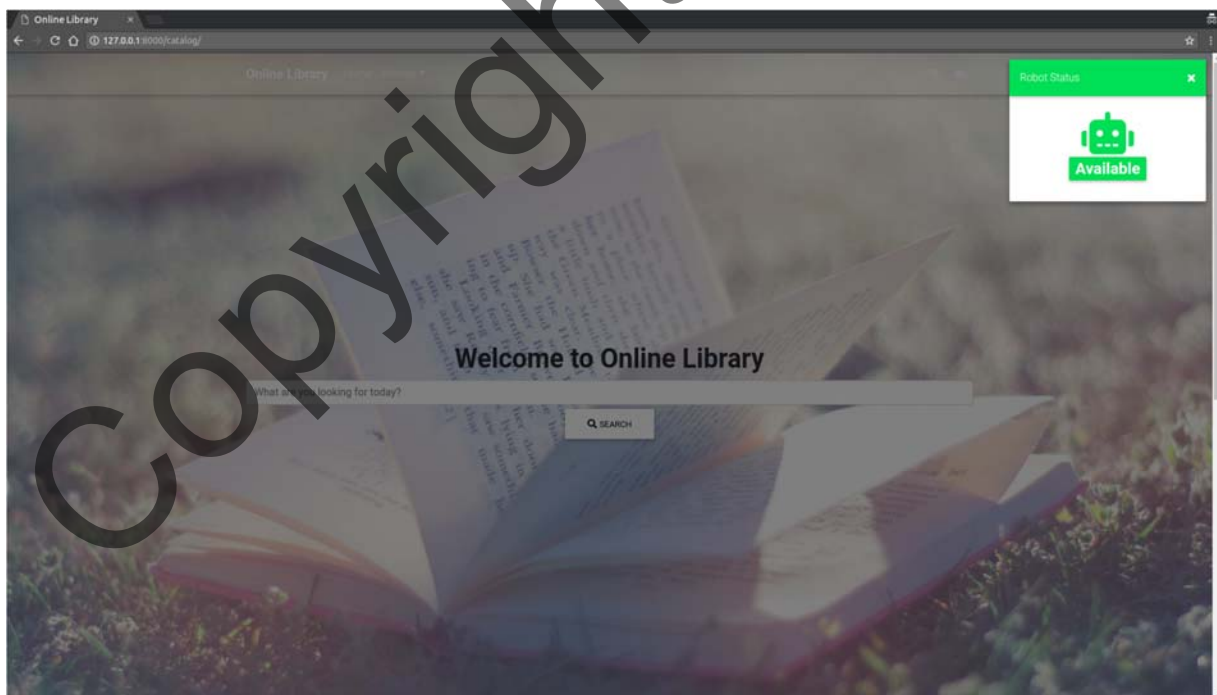


Rajah 9 Halaman *Cart* mengandungi satu buku.



Rajah 10 Halaman *Cart* selepas menghantar data lokasi ke robot.

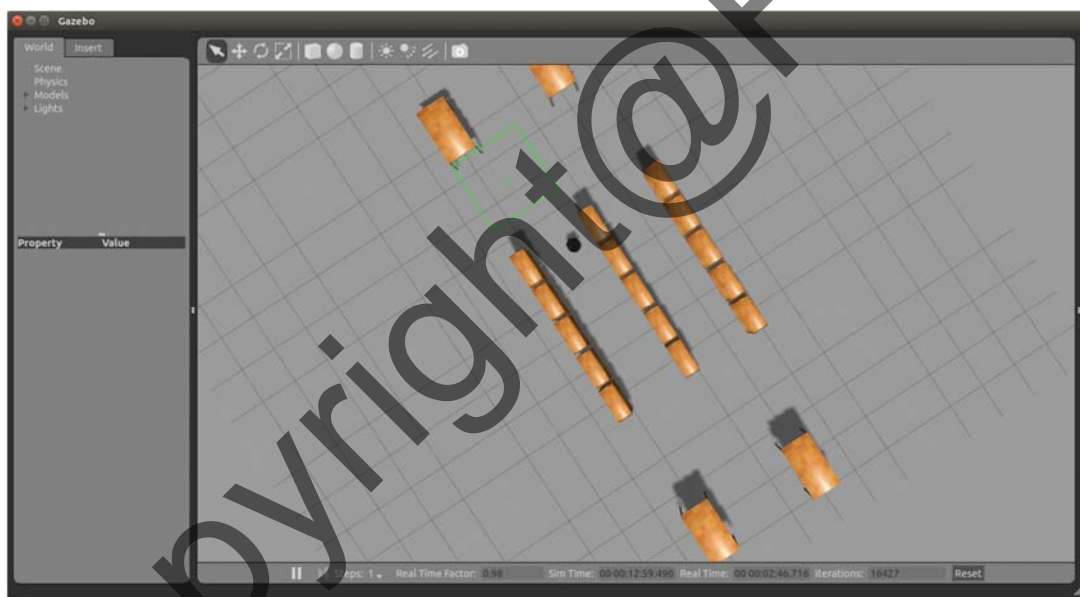
Dalam kajian ini, pengguna boleh menyemak status terkini robot dengan menekan butang *Robot* yang terletak di paling kanan pada bar navigasi.



Rajah 11 Status robot.

Untuk mensimulasikan proses operasi robot sebenar, satu dunia maya yang meniru persekitaran perpustakaan telah dibina.

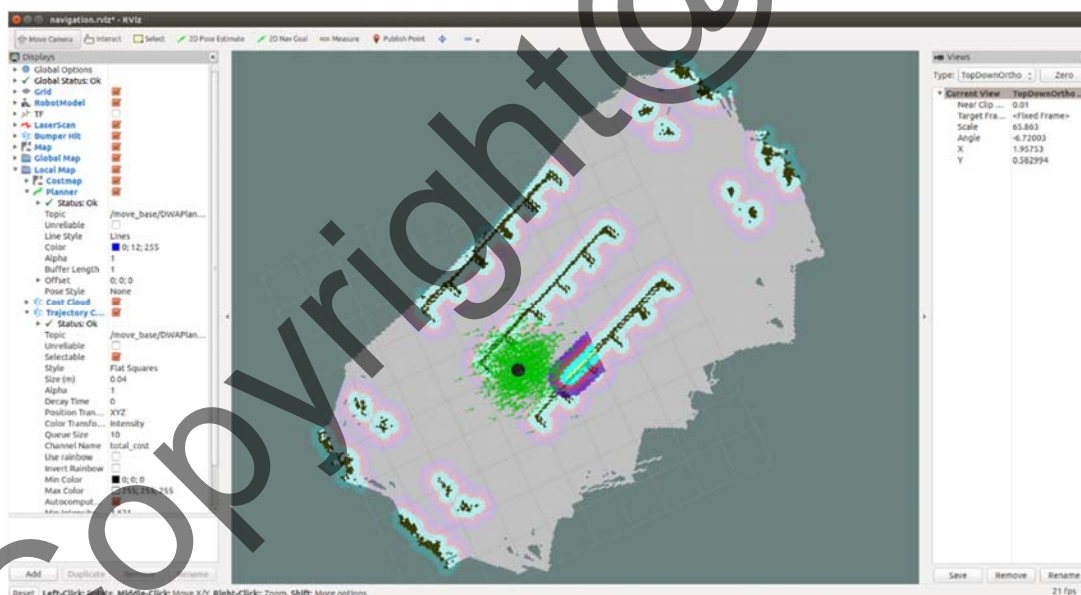
Pertama sekali, satu folder bernama *turtlebot\_custom\_gazebo\_worlds* diwujudkan dengan arahan `mkdir ~/turtlebot_custom_gazebo_worlds`. Selepas itu, satu dunia maya kosong diwujudkan dengan arahan `roslaunch turtlebot_gazebo turtlebot_world.launch world_file:=/opt/ros/indigo/share/turtlebot_gazebo/worlds/empty.world`. Dalam pensimulasi Gazebo, pilih tab *Insert* dan lima belas (15) buah model *Bookshelf* dan empat (4) buah modal meja ditambah ke dalam dunia maya kosong untuk meniru persekitaran perpustakaan. Akhir sekali, pilih menu *File* dan *Save World As* untuk menyimpan dunia maya yang dibina ke dalam folder *turtlebot\_custom\_gazebo\_worlds*.



Rajah 12 Dunia maya yang meniru persekitaran perpustakaan.

Selepas membina dunia maya, robot perlu mengenali persekitaran dunia maya agar dapat bergerak dalamnya secara autonomi. Proses ini dikenali sebagai pemetaan. Untuk tujuan pemetaan, TurtleBot dipandu secara manual dengan menggunakan papan kekunci dan peta dilukis dengan menggunakan algoritma *gmapping*. Proses pemetaan ini divisualisasikan dengan *rviz*. Selepas proses pemetaan, satu fail *yaml* akan disimpan sebagai fail peta.

Dalam terminal yang baru, arahan `mkdir ~/turtlebot_custom_maps` dilaksanakan untuk mewujudkan folder yang baru untuk menyimpan fail peta. Dalam terminal yang sama, buka tab yang baru, gantikan *<full path to the world file>* dengan direktori penuh ke fail dunia maya (Dalam kajian ini, dunia maya yang tersuai disimpan dalam direktori `/home/weiliang/turtlebot_custom_gazebo_worlds/library.world`), arahan `roslaunch turtlebot_gazebo turtlebot_world.launch world_file:=<full path to the world file>` dilaksanakan. Dalam terminal yang sama, buka tab yang baru untuk setiap arahan baru, arahan `roslaunch turtlebot_gazebo gmapping_demo.launch`, `roslaunch turtlebot_rviz_launchers view_navigation.launch` dan `roslaunch turtlebot_teleop keyboard_teleop.launch` telah dilaksanakan. Selepas satu peta yang lengkap dilukis, dalam terminal yang sama, buka tab yang baru, dan arahan `roslaunch map_server map_saver -f /home/<user_name>/turtlebot_custom_maps/library` dilaksanakan. Selepas itu, segala proses di atas diberhentikan dengan kekunci `Ctrl + C`.



Rajah 13 Peta yang dihasilkan divisualisasikan dengan rviz.

Pengaturcaraan robot pemandu pelawat diubahsuai daripada kod sumber CoffeeBot (Silliman 2015). Kod sumber CoffeeBot diubahsuai untuk menerima data daripada aplikasi web untuk menentukan gol navigasi. Oleh kerana sistem kajian ini akan diuji dalam dunia maya, langkah-langkah telah diambil untuk melancarkan proses operasi robot pemandu pelawat.

Untuk mensimulasikan proses operasi yang sebenar, arahan `roslaunch turtlebot_gazebo turtlebot_world.launch world_file:=<full path to the world file>`, `roslaunch turtlebot_gazebo amcl_demo.launch map_file:=<full path to the map file>`, `roslaunch turtlebot_rviz_launchers view_navigation.launch`, dan `python coffee_bot.py` dimasukkan ke dalam terminal dalam tab yang baru untuk setiap arahan. Ambil perhatian untuk menggantikan direktori kepada fail dunia maya, fail peta, dan juga tukar direktori kepada folder yang mengandungi `coffee_bot.py` sebelum melaksanakan arahan tersebut. Kemudian, pengguna boleh memilih buku daripada aplikasi web dan menghantar ke robot pemandu pelawat untuk menyaksikan hasil kajian ini.

## RUJUKAN

- Chris Mill, Stephanie Hobson, omideus, Hamish Willee. Django Web Framework (Python). <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Learn/Server-side/Django> [12 Februari 2018]
- Cyrrill Stachniss, John J. Leonard, Sebastian Thrun. 2016. Simultaneous Localization and Mapping. Dlm. Springer Handbook of Robotics, hlm. 1153–1176. Cham: Springer.
- David C. Kung. 2014. Object-Oriented Software Engineering: An Agile Unified Methodology. New York:McGraw-Hill.
- Gazebo. <http://gazebosim.org/> [16 Oktober 2017]
- IFR. 2016. Executive Summary World Robotics 2016 Service Robots. Frankfurt: IFR. [https://ifr.org/downloads/press/02\\_2016/Executive\\_Summary\\_Service\\_Robots\\_2016.pdf](https://ifr.org/downloads/press/02_2016/Executive_Summary_Service_Robots_2016.pdf) [14 September 2017]
- IFR. 2016. Service Robotics: Sales up 25 percent – 2019 boom predicted. <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/service-robotics> [20 September 2017]
- IFR. 2016. Service Robots – Definition and Classification WR 2016. [https://ifr.org/img/office/Service\\_Robots\\_2016\\_Chapter\\_1\\_2.pdf](https://ifr.org/img/office/Service_Robots_2016_Chapter_1_2.pdf) [14 September 2017]
- IFR. 2016. World Robotics Survey: Service robots are conquering the world. <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/world-robotics-survey-service-robots-are-conquering-the-world-> [19 September 2017]
- Julie Behan, Derek T. O’Keeffe. 2008. The development of an autonomous service robot. Implementation: “Lucas” —The library assistant robot. Dlm. Intelligent Service Robotics. Jil. 1, hlm. 73–89. Berlin: Springer.

- Lisa De Propis. 2016. How the fourth industrial revolution is powering the rise of smart manufacturing. <https://www.weforum.org/agenda/2016/06/how-the-fourth-industrial-revolution-is-powering-the-rise-of-smart-manufacturing> [20 September 2017]
- Mario Prats, Ester Martinez, Pedro J. Sanz, Angel P. del Pobil. 2008. The UJI librarian robot. Dlm. Intelligent Service Robotics. Jil. 1, hlm 321–335. Berlin: Springer.
- Mark Silliman et al. 2015. Learn TurtleBot and ROS. <http://learn.turtlebot.com/> [12 Februari 2018]
- Martin Ford. 2015. Rise of the Robots: Technology and the Threat of a Jobless Future. New York: Basic Books.
- Oscar Williams-Grut. 2016. 3 of the world's largest employers are replacing workers with robots. <https://www.weforum.org/agenda/2016/06/3-of-the-worlds-10-largest-employers-are-replacing-workers-with-robots> [19 September 2017]
- ROS | Core Components. <http://www.ros.org/core-components/> [15 Oktober 2017]
- ROS/Concepts – ROS Wiki. <http://wiki.ros.org/ROS/Concepts>
- Sebastian Thrun, Maren Bennewitz, Wolfram Burgard, Armin B. Cremers, Frank Dellaert, Dieter Fox, Dirk Hähnel, Charles Rosenberg, Nicholas Roy, Jamieson Schulte, Dirk Schulz. 1999. MINERVA: A Second-Generation Museum Tour-Guide Robot.