Experts

Kejuruteraan Mekatronik, Integrasi antara Domain Ilmu dalam Mendepani Era IR4.0

Tue, 07/11/2023 - 12:49

Minggu ini adalah minggu yang bermakna buat para calon Sijil Pelajaran Malaysia (SPM) 2022 apabila keputusan SPM 2022 diumumkan pada Khamis lalu. Menurut Ketua Pengarah Pendidikan, Datuk Pkharuddin Ghazali. Seramai 10,109 calon SPM 2022 memperoleh semua A manakala prestasi Gred Purata Nasional (GPN) menunjukkan peningkatan berbanding tahun terdahulu. Tahniah kepada calon yang berjaya, manakala yang lain, anda masih ada banyak peluang untuk dicuba demi kemajuan dan kejayaan masing-masing.

Kepada yang berjaya, gunakanlah kebitaraan anda untuk memilih bidang pengajian yang bersesuaian dengan minat dan keperluan pada era Revolusi Perindustrian 4.0 (IR 4.0) kini. Antara bidang yang meniti di bibir masyarakat sekarang adalah Sains, Teknologi, Kejuruteraan dan Matematik (STEM). Sesungguhnya banyak cabang dalam STEM ini yang boleh diteroka. Kejuruteraan, Sains Kesihatan, Bioteknologi, Sains Data, dan Teknologi Digital adalah antara beberapa contoh cabang STEM yang sedang berkembang pesat.

Dalam bidang kejuruteraan sahaja, terdapat beberapa bidang yang konvensional dan telah wujud sejak berpuluh-puluh tahun dahulu seperti Kejuruteraan Mekanikal, Kejuruteraan Awam, Kejuruteraan Elektrik, Kejuruteraan Elektronik, dan Kejuruteraan Kimia. Daripada pembangunan pesat di seluruh dunia, keperluan ilmu kepada bidang kejuruteraan ini menjadi lebih spesifik, wujudlah beberapa bidang kejuruteraan baharu terbit daripada domain bidang kejuruteraan konvensional. Contohnya, Kejuruteraan Pembuatan yang merupakan terbitan daripada Kejuruteraan Mekanikal. Hal ini kerana wujud pengetahuan berkait langsung dengan Kejuruteraan Mekanikal diperlukan dalam industri pembuatan. Begitu juga Kejuruteraan Lebuh Raya, yang merupakan subset kepada Kejuruteraan Awamiaitu lebih penumpuan diberikan kepada ilmu Kejuruteraan Awam dalam membina dan menyelenggarakan lebuh raya yang melata. Contoh lain termasuklah Kejuruteraan Kuasa (daripada Kejuruteraan Elektrik), Kejuruteraan Perubatan (daripada Kejuruteraan Elektronik) dan Kejuruteraan Petroleum (daripada Kejuruteraan Kimia).

Namun, ada satu lagi bidang kejuruteraan yang sedang berkembang seiring dengan keperluan IR 4.0. Bidang ini adalah hasil gabungan dan integrasi di antara bidang kejuruteraan Mekanikal, Kejuruteraan Elektrik, Kejuruteraan Elektronik dengan Sains Komputer. Bidang yang dimaksudkan adalah Kejuruteraan Mekatronik. Namun begitu, bidang Kejuruteraan Mekatronik ini bukanlah sekadar gabungan langsung di antara bidang-bidang yang dinyatakan sahaja, sebaliknya ia adalah pertindihan dan integrasi antara domain ilmu.

Sesungguhnya, integrasi ini bertitik-tolak daripada perubahan evolusi terhadap reka bentuk sistem kawalan elektromekanikal yang mendominasi spektrum ilmu pada tahun 1950-an. Pada tahun 1969, seorang jurutera Jepun, Tetsura Mori daripada Yaskawa Electric Corporation telah mengutarakan nama *mechatronic.* Pada dekad tersebut, Yaskawa Electric Corporation terkenal dalam pembinaan peralatan mekanikal untuk kilang. Terdapat beberapa ciri elektronik yang diserap masuk pada setiap

proses pembuatan peralatan mekanikal. Untuk itu, Mori mahu memperkenalkan terma teknikal baharu untuk teknologi muda berkenaan sehingga tercipta perkataan Mekatronik.

Secara khusus, setiap sistem elektromekanikal moden perlu mempunyai pengawal berkomputer. Maka, perkakasan dan perisian komputer untuk kegunaan kawalan kepada sistem elektromekanikal adalah menjadi satu keperluan yang membuatkan bidang sistem komputer sebagai salah satu rangka penting dalam Kejuruteraan Mekatronik.

Mengambil satu contoh mudah, misalnya tentang proses pembangunan produk bersistem elektromekanikal. Pada model lama, pasukan reka bentuk terdiri daripada jurutera-jurutera daripada domain kejuruteraan yang berbeza. Pasukan ini diperkuatkan dengan jurutera mekanikal yang mereka bentuk komponen mekanikal produk misalnya struktur dan bahan.

Seterusnya, Jurutera Elektronik yang bertugas mereka bentuk komponen elektronik produk misalnya pemacu, sensor dan penguat selain algoritma kawalan. Pasukan ini juga disertai oleh Jurutera Komputer yang mereka bentuk perkakasan dan perisian komputer untuk mengawal produk pada masa nyata. Namun, semua fungsi pasukan ini terangkum dalam tugas dan tanggungjawab seorang jurutera Mekatronik untuk melaksanakannya. Sebagai tambahan, proses reka bentuk ini bukanlah dipacu pada bentuk turutan domain mekanikal kemudian elektrikal dan sistem komputer, sebaliknya semua aspek reka bentuk ini dilaksanakan secara serentak demi mencapai reka bentuk produk yang optimum.

Nyata sekali, Kejuruteraan Mekatronik bukanlah disiplin kejuruteraan yang baharu muncul, sebaliknya proses evolusi dan sinergi antara domain-domain kejuruteraan tradisional dalam usaha meningkatkan taraf hidup melalui pengembangan teknologi terkini dan termaju.

Dalam pada itu, Revolusi Perindustrian 4.0 (IR 4.0) merupakan Revolusi Perindustrian Dunia Keempat. Cetusan revolusi perindustrian bermula dengan Revolusi Perindustrian Pertama yang berindukkan kepada perubahan daripada tenaga manusia kepada enjin wap pada zaman awal perindustrian. Kemudian, Revolusi Perindustrian Kedua mengambil tempat pada ketika kemajuan terkait elektrik mula menampakkan kesan sehingga enjin wap digantikan dengan motor elektrik dan sistem analog. Ini disusuli dengan Revolusi Perindustrian Ketiga apabila pengenalan kepada sistem komputer, pengawal logik berprogram (PLC) dan elektronik membolehkan mesin yang dipacu oleh kuasa elektrik dapat diprogramkan. Agenda ini seterusnya telah membuka pintu sektor perindustrian kepada automasi.

Revolusi Perindustrian Keempat atau lebih dikenali sebagai IR 4.0 pula berasaskan kepada Internet, Integrasi Data, Kecerdasan Buatan, Jentera, dan Komunikasi yang mencipta kepada ekosistem industri yang efisien yang bukan sahaja automatik malah pintar. IR 4.0 ini ditempa pada tahun 2011 oleh kerajaan Jerman bersama dengan beberapa universiti dan firma industri di Jerman untuk meningkatkan peranan sistem siber fizikal dalam usaha menukar wajah industri kepada lebih produktiviti, cekap dan pintar.

Konsep IR 4.0 ini berlegar di sekeliling sembilan tonggak utama. Tonggak pertama ialah sistem berasaskan realiti tambahan. Ia membantu jurutera meneroka sebarang situasi pada persekitaran sebenar dengan hanya memasuki persekitaran maya dalam komputer. Kedua ialah integrasi sistem di antara sistem siber fizikal dengan sistem lain pada semua peringkat industri. Ketiga adalah perkomputeran awan yang merupakan sistem pangkalan data berasaskan Internet yang boleh dicapai di mana-mana tempat yang ada akses Internet. Keempat adalah data raya iaitu kumpulan data industri yang besar yang boleh dianalisis untuk melihat corak atau menaakul maklumat

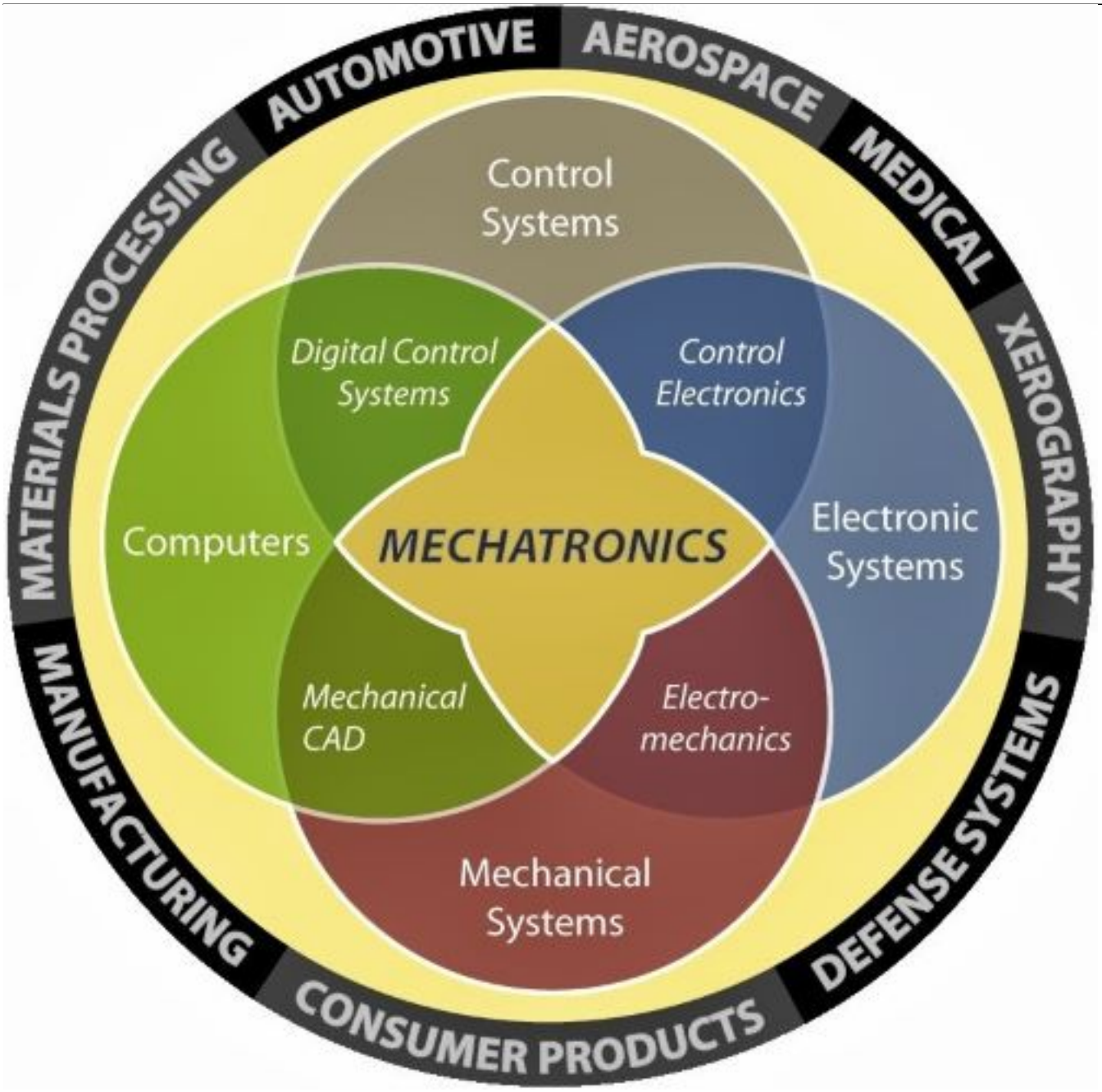
berinformasi (*reasoning informative information*) yang boleh membantu industri meningkatkan produktiviti kerja.

Tonggak kelima adalah Internet Kebendaan atau *Internet of Things* (IOT) industri iaitu semua sensor dan pemacu berupaya untuk berfungsi secara berasingan tetapi berkomunikasi sesama sendiri melalui Internet berkelajuan tinggi. Tonggak seterusnya ialah percetakan 3-dimensi (3D) atau Pembuatan Aditif (*Additive Manufacturing*) yang mampu menghasilkan prototaip sesuatu produk yang menyerupai produk sebenar dalam masa yang singkat berbanding proses pembuatan konvensional. Tonggak berikutnya ialah keselamatan siber iaitu mempertahankan sebarang maklumat penting industri yang berpusatkan kepada teknologi maklumat dan Internet daripada bocor atau digodam oleh orang yang tidak bertanggungjawab. Tonggak kelapan pula adalah berkaitan robot berautonomi iaitu robot dalam industri yang dapat melaksanakan fungsi yang ditetapkan menggunakan algoritma logik yang kompleks tanpa pemantauan rapat dan berkala manusia. Tonggak terakhir adalah simulasi komputer dalam industri iaitu keseluruhan persekitaran sebenar dalam industri boleh disimulasikan secara maya pada masa nyata dan seterusnya dapat menganalisis serta menganggar produktiviti yang boleh dicapai sebelum tindakan sebenar dilaksanakan.

Sesungguhnya, Kejuruteraan Mekatronik memainkan peranan yang kritikal dalam IR 4.0 terutama dalam membenarkan integrasi antara sistem fizikal dengan sistem digital iaitu asas kepada kilang pintar (*smart factory*). Kelebihan yang ada pada domain kejuruteraan ini membolehkan semua komponen mekanikal dan elektronik diprogramkan untuk berkomunikasi sesama komponen tersebut serta dengan sistem luar misalnya sistem perancangan maklumat perniagaan dan sistem rantaian bekalan. Dengan adanya komunikasi ini, pemantauan pada masa nyata dan kawalan kepada semua proses pembuatan dalam industri boleh dilaksanakan. Integrasi di antara sistem fizikal dengan sistem digital ini bakal menghasilkan output yang lebih fleksibel, efisien dan memiliki produktiviti tinggi yakni merupakan perkara utama dalam konsep IR 4.0.

Dengan hadirnya Kejuruteraan Mekatronik ini, kejayaan dalam IR 4.0 dapat dituai dengan lebih awal kerana bidang ini adalah pelopor kepada penciptaan sistem pintar yang boleh berubah mengikut keadaan atau situasi sebenar industri. Sebagai contoh, melalui Kejuruteraan Mekatronik, data daripada sensor boleh digunakan untuk menyuaipadan dengan parameter pengeluaran termasuk suhu, tekanan, kelajuan yang seterusnya dapat mengoptimumkan proses pembuatan dan mengekalkan kualiti yang tinggi pada output pengeluaran tersebut.

Dengan menggunakan ilmu dalam Kejuruteraan Mekatronik juga, pembangunan produk pintar baharu seperti peti ais, mesin basuh dan seumpamanya dapat direalisasikan. Hasilnya, peralatan-peralatan ini dilengkapi dengan fungsi kawalan kendiri dan mampu berkomunikasi di antara satu sama lain serta berhubung dengan sistem luar seterusnya dapat meminimumkan penggunaan tenaga dan mengurangkan pembaziran.



Satu lagi contoh membuktikan yang Kejuruteraan Mekatronik adalah perlu untuk memastikan konsep IR 4.0 berjaya ialah domain ilmu ini mempunyai peranan yang besar dalam pembangunan ‘robot kolaborasi’ atau cobot. Cobot adalah sekumpulan robot yang beroperasi di samping tenaga kerja manusia untuk melaksanakan tugasan yang memerlukan kepantasan dan kejituan. Cobot direka bentuk untuk mudah berfungsi secara selamat dan boleh diprogramkan untuk belajar dan beradaptasi dengan tugas tenaga manusia.

Selagi konsep IR 4.0 ini terus berevolusi, kepentingan bidang Kejuruteraan Mekatronik ini semestinya akan menjadi lebih keutamaan. Pembangunan Sensor Termaju, Teknologi Komunikasi dan Kecerdasan Buatan melalui Kejuruteraan Mekatronik misalnya akan membolehkan industri menjadi lebih pintar dan berautonomi yang mampu melonjakkan industri ke tahap yang lebih membanggakan.

Sebagai kesimpulan, Kejuruteraan Mekatronik merupakan pemacu utama di sebalik kejayaan konsep IR 4.0 yang sedang berkembang di seluruh dunia. Natijahnya, graduan-graduan Kejuruteraan Mekatronik mudah mendapat tempat dalam ruang kerjaya berkaitan dan diburu oleh banyak firma-

firma dan industri dalam dan luar negara. Oleh itu, bagi adik-adik para lepasan SPM, peluang terbuka luas untuk anda dalam bidang Kejuruteraan Mekatronik. Anda sudah boleh mula merancang laluan pendidikan seterusnya, mengorak langkah ke hadapan menelusuri bidang ini sehingga berjaya menggenggam segulung ijazah dalam Kejuruteraan Mekatronik daripada mana-mana institusi pendidikan tinggi yang menawarkan kursus ini.



Ts Dr Nafrizuan Mat Yahya

Penulis ialah pensyarah kanan Fakulti Teknologi Kejuruteraan Pembuatan dan Mekatronik, Universiti Malaysia Pahang (UMP).

E-mel: nafrizuanmy@ump.edu.my

- 616 views

View PDF