खण्ड–5, अंक–1, वर्ष–2017, मु0पृ0 122–128, D.O.I. : 10.22445/avsp.v5i01.9863 समीक्षा एवं तकनीकी आलेख

स्वायत्त कृत्रिम बुद्धिमता के विकास के तकनीकी पक्ष

ज्योति काला
एसोसिएट प्रोफेसर, अंग्रेजी विभाग
बी0एस0एन0वी0 पी0जी0 कॉलेज, लखनऊ–226001, उ0प्र0, भारत
jyotikala2010@gmail.com

प्राप्त तिथि–30.06.2017, स्वीकृत तिथि–21.09.2017

सार– कृत्रिम बुद्धिमता पर आधारित स्वायत्त प्रणाली का उपयोग, विकास और शोध सैन्य एवं व्यवसायिक दोनों क्षेत्रों में तीव्र गति से किया जा रहा है, परन्तु संस्थागत एवं सांस्कृतिक कारणों से इन दोनों क्षेत्रों की क्षमताओं के मध्य असंतुलन उत्पन्न हो रहा है। इस पत्र में व्यवसायिक क्षेत्र में होने वाली कृत्रिम बुद्धिमता प्रणाली के विकास के कारण स्थिति तथा प्रभाव पर विचार प्रस्तुत करके समायोजित समाधान की आवश्यकता पर बल दिया गया है।

बीज शब्द– स्वचालित, स्वायत्त, चालक रहित वायुवाहन, कलन विधि, शोध एवं विकास, विश्व प्रारूप, मानसिक प्रारूप, संज्ञानात्मक सातत्य, सामान्य समस्या निवारक।

Technical perspectives of development in autonomous artificial intelligence

Jyoti Kala
Associate Professor, Department of English
B.S.N.V. P.G. College, Lucknow-226001, U.P., India
jyotikala2010@gmail.com

Abstract- The use and development of and research on the autonomous system, based on artificial intelligence, have been rapidly growing both in the military and commercial sectors. But due to organizational and cultural factors the imbalance and gap between their capabilities has been regularly widening. This paper explores the causes, status and the effect of the growing artificial intelligence technology in the commercial sector and calls for a timely analysis to maintain a balance between them.

Key words- Automated, autonomous, U.A.V., algorithm, research and development, world model and mental model, general problem solver.

1. **प्रस्तावना**– वर्तमान युग विज्ञान, तकनीक, नित नवीन अन्वेषण एवं मानव मस्तिष्क की असीमित मेधा के प्रादुर्भाव, प्रस्फुटन, प्रदर्शन एवं विस्तारण का अत्याधुनिक स्वर्णिम **युग है**। आज मानव चन्द्रमा की यात्रा करने के उपरान्त मंगल से मित्रता तथा नासा के वैज्ञानिक 'सोलर प्रोब प्लस प्रोजेक्ट'[1] द्वारा सूर्य के रहस्यों का उद्घाटन करने को आतुर व प्रयत्नरत हैं। इस उत्तरोतर प्रयास में वैज्ञानिकों द्वारा अन्वेषित तकनीकी यंत्र तथा कम्प्यूटर सहायता प्रदान कर रहे हैं। मानवीय क्षमता से विकसित कंप्यूटर की क्षमताओं का दायरा बढ़ता ही जा रहा हैं। कृत्रिम रूप से कंप्यूटर में विकसित की गई 'कृत्रिम बुद्धिमता' के आधार पर आज कंप्यूटर जीवन के अनेकों क्षेत्रों में उल्लेखनीय योगदान कर मानव जीवन को सहज व सुगम बनाने का महत्वपूर्ण कार्य कर रहे हैं। बस ध्यान देने वाली बात है कि विज्ञान व तकनीक मानवता की सेवा व सहायता के वो उपागम हैं, जिनसे मानवीय मस्तिष्क की क्रियात्मकता का विस्तार, प्रदर्शन व उपयोग होता है, परन्तु 'आगे से भी आगे, और आगे' निकल जाने की इस अंतहीन प्रतिस्पर्द्धा तथा मृगतृष्णा में कहीं हम उस दिशा में तो नहीं बढ़ चले हैं जहाँ एक दिन मानव द्वारा आविष्कृत यंत्र अपने ही आविष्कर्ता के नियंत्रण की परिधि से परे होकर उसके स्वामी बन बैठें या फिर विनाश का कारण बन जाएं।

2. **कृत्रिम बुद्धिमता(कृ0बु0)**– सन् 1950 के दशक से कंप्यूटर में कृत्रिम बुद्धिमता के विकास की दिशा में कार्य आरंभ हुआ। इसके जनक जॉन मक्कार्ति के अनुसार कृत्रिम बुद्धिमता से तात्पर्य है विज्ञान एवं तकनीक का प्रयोग करके 'इंटेलीजेंट मशीन', विशेषतः 'इंटेलीजेंट कंम्प्यूटर प्रोग्राम' बनाना।[2] इसके अन्तर्गत कंप्यूटर के प्रोग्रामों को मानव मस्तिष्क के तर्कों के आधार पर चलाने का प्रयास रहा है। कृत्रिम बुद्धिमता का उद्देश्य रहा है कि कंप्यूटर स्वयं तय कर सके कि उसकी अगली गतिविधि क्या होगी। अलग–अलग परिस्थितियों के अनुसार अपनी उचित प्रतिक्रिया का निर्धारिण कर सकने के लिए कंप्यूटर को प्रोग्राम किया जाता हैं, जिस प्रकार किसी परिस्थिति विशेष में मानव मस्तिष्क निर्णय लेता है उसी प्रकार एक कंप्यूटर भी मानव की सोचने की प्रक्रिया की तरह निर्णय कर सके। उदाहरण के लिए शतरंज खेलने वाले कंप्यूटर जिन्हें मानव मस्तिष्क की लगभग हर चाल की काट और अपनी अगली चाल सोचने के लिए प्रोग्राम किया

गया है। यह प्रयोग इतना सफल रहा है कि मई 1997 में आई0बी0एम0 के ऐसे ही एक कंप्यूटर, 'द डीप ब्लू चेस प्रोग्राम', ने विश्व के सबसे नामी शतरंज खिलाड़ी गैरी कास्परोव को हरा दिया था।[3] कंप्यूटर साइंस, जीव विज्ञान, मनोविज्ञान, भाषा विज्ञान, गणित, दर्शनशास्त्र तथा इंजीनियरिंग जैसे विषयों का इस प्रकार की बुद्धिमता का विकास करने में महत्वपूर्ण योगदान है। विशेषतः मानव मस्तिष्क की तरह तर्कशक्ति, सीखने और समाधान कर सकने की क्षमता विकसित करने पर जोर दिया जा रहा है। इस प्रकार कृत्रिम बुद्धिमता से आशय है माानव मस्तिष्क की बुद्धिमता के समान गुणवाला कंप्यूटर, कंप्यूटर नियंत्रित रोबोट या सॉफ्टवेयर तैयार करना।

3. **कृत्रिम बुद्धिमता की उपयोगिता–** मानव ने विभिन्न आवश्यकताओं यथा–तेज गति से काम सम्पादित करने, समय व स्थान की बचत करने, खतरनाक अथवा रक्षा व मौसम की जानकारी प्राप्त करने जैसे महत्वपूर्ण कार्यों में कृत्रिम बुद्धिमता प्रणाली का उपयोग किया है। इसके अन्तर्गत मानव मस्तिष्क के किसी समस्या का समाधान प्राप्त करते समय की जाने वाली क्रिया के अनुरूप सॉफ्टवेयर और प्रणाली विकसित की जाती है। परन्तु महत्वपूर्ण प्रश्न यह है कि ''क्या ऐसा यंत्र बनाना सम्भव है जो एक मनुष्य की भाँति सोच सके व व्यवहार कर सके?'' वास्तव में उपलब्ध ज्ञान, सूचना अथवा जानकारी अप्रत्याशित रूप से विस्तृत, असंगठित एवं परिवर्तनशील है। कृत्रिम बुद्धिमता की तकनीक का उद्देश्य होता है कि उपलब्ध ज्ञान को इस प्रकार व्यवस्थित तथा प्रयुक्त किया जाय जिसे तकनीक उपलब्ध कराने वाले समझ सकें, त्रुटियों को आसानी से दूर कर सकें और अनेकों परिस्थितियों में प्रयोग कर सकें चाहे वह अपूर्ण ही क्यों न हों। जटिल क्रियाओं को कृ0बु0 की तकनीक त्वरित गति से सम्पन्न करती है इसलिए आज इस तकनीक का प्रयोग मनोरंजन हेतु शतरंज व पोकर जैसे खेलों में किया जाता है जहाँ अनुमानित ज्ञान के आधार पर बहुत सी सम्भावित स्थितियों का उत्तर पाया जा सकता है। मानव द्वारा प्रयुक्त भाषा को समझने, तर्क करने, सुझाव देने व अर्थ समझने के लिए भी इस तकनीक का प्रयोग हो रहा है। डॉक्टर, पुलिस, जासूस, सेना सभी इस तकनीक का अपने अपने क्षेत्र में प्रयोग कर रहे हैं। आने वाले समय में सैन्य तथा व्यवसायिक दोनों ही क्षेत्रों में कृ0बु0 का भरपूर प्रयोग होने की आशा है जहाँ यंत्र स्वयं ही मिशन को पूरा करने की क्षमता से युक्त होंगे।

4. **कृत्रिम बुद्धिमता से युक्त तथा रहित प्रोग्राम में अंतर–**

1. कृ0बु0 रहित कम्प्यूटर प्रोग्राम इन विशिष्ट प्रश्नों का हल प्रदान करता है जिसके लिए उसे तैयार किया गया है। जबकि कृ0बु0 युक्त कम्प्यूटर प्रोग्राम वांछित सामान्य श्रेणी के हल देता है।
2. कृ0बु0 रहित कम्प्यूटर प्रोग्राम में संशोधन करने के लिए उसकी संरचना में परिवर्तन करना पड़ता है। जबकि कु0बु0 युक्त प्रोग्राम में उच्चस्तरीय स्वतंत्र सूचनाओं द्वारा कम्प्यूटर की संरचना को परिवर्तित व प्रभावी किये बिना ही संशोधन किया जा सकता है।
3. कृ0बु0रहित प्रोग्राम में संशोधन करना आसान नहीं है और इसके विपरीत परिणाम भी हो सकते हैं। इसकी तुलना में कु0बु0 युक्त प्रोग्राम में ऐसा करना आसान होता है।[4]

5. **स्वाचालित एवं स्वायत्त प्रणाली–** विज्ञान व तकनीक के आधार पर मानव ने अपनी बुद्धि के समान्तर कम्प्यूटर की कृत्रिम बुद्धि का विकास किया गया है। इन दोनों में ही काफी हद तक समानतायें होने के बावजूद नितान्त विभिन्नतायें भी हैं। मानव बुद्धि विश्व प्रारूप को नैसर्गिक क्षमता से ग्रहण करती है और उसके कार्य सम्पादन की कड़ी है–

संवेदन ⟶ संज्ञान ⟶ कार्यवाही

मानव स्वाभाविक रूप से निरन्तर गतिशील एवं परिवर्तनकारी विश्व परिस्थितिकी के अनुसार समसामयिक आधार पर अपने ज्ञान का अद्यतनीकरण/आधुनिकीकरण करता रहता है। मानव के संवेदांगों का कार्य कृत्रिम बुद्धि का उपयोग करने वाली प्रणाली में कैमरे, माइक्रोफोन और स्पर्श सेंसर आदि द्वारा सम्पादित किया जाता है। किसी भी कृ0बु0 प्रणाली की सफलता की कुंजी है कि वह समसामयिक परिस्थितिक विश्वप्रारूप का निष्ठापूर्वक अद्यतनकरण कर उसकी पुर्नरचना कर सके।

6. **स्वचालित तथा स्वायत्त(स्वतंत्र) कृ0बु0 प्रणाली में अन्तर**– एक स्वचालित कम्प्यूटर ''यदि ऐसा है तो–'' के आधार पर निर्धारणात्मक रूप से काम करता है तथा प्रत्येक आगत सूचना के लिए कम्प्यूटर द्वारा समान उत्तर प्रेषित होगा जबकि स्वायत्त प्रणाली ''संभवतया'' के आधार पर संवेदकों द्वारा ग्रहीत सूचनाओं के अनुसार सर्वोचित अनुमान का चयन कर विभिन्न प्रकार की सूचनाएं या आदेश निर्गत करती है। प्रत्येक बार विभिन्न व्यवहारों की रेंज में से अलग–अलग निर्देश प्राप्त होते हैं। मानव बुद्धि ''संवेदन–संज्ञान–कार्यवाही'' की कड़ी का अनुपालन कर परिस्थिति के अनुसार उचित निर्णय का विकल्प चुनती है। स्वायत्त प्रणाली ''अनुकूलतम तथा प्रमाणन कलन विधि'' द्वारा आगत सूचनाओं के आधार पर सर्वोचित व्यवहार की रेंज प्रस्तुत करती है।[5] कम्प्यूटर की कृ0बृ0 प्रणाली कुशलता और नियम बद्ध कार्यक्रम सम्बंधी कार्यों में मानव से बेहतर प्रदर्शन कर सकती हैं, परन्तु विशिष्ट अनिश्चितता की परिस्थितियों जहाँ अनुभवजन्य ज्ञान के आधार पर विवेकपूर्ण निर्णय लेने की आवश्यकता होती है, वहाँ मानव–बुद्धि ही कम्प्यूटर से श्रेष्ठ है। उदाहरण के लिय मानव रहित स्वचालित वायु–वाहन(यू0ए0वी0) की तुलना में चालक रहित स्वचालित कार का परिचालन कठिन है। यू0ए0वी की स्वचालित प्रणाली के विश्व प्रारूप में उचित मार्ग व ऊँचाई मार्ग की बाधाओं तथा उड़ान प्रतिबन्धित क्षेत्र आदि का ब्यौरा

देने वाले मानचित्र संचित होते हैं तथा रडार उचित समय सीमा के अन्दर ही बाधा रहित ऊँचाई मार्ग को इंगित कर देता है। 'ग्लोबल पोजीशनिंग सिस्टम'(जी0पी0एस0) द्वारा यू0ए0वी0 को उचित दिशा निर्देश प्राप्त होते हैं जिससे यह चालक रहित वाहन न तो उड़ान प्रतिबन्धित क्षेत्र में जाता है और न ही बाधाग्रसित मार्ग पर। जबकि चालक रहित स्वचालित कार के परिचालन हेतु इस प्रकार के मानचित्र प्रणाली की आवश्यकता है जो उचित मार्ग की जानकारी देने के साथ ही यह भी जानकारी दे कि अगले कुछ ही क्षणों में आस–पास की गाड़ियां, पैदल यात्री, साइकिल, स्कूटर सवार आदि किस स्थिति में जाने वाले हैं। चालक रहित कार एवं कुछ ड्रोन आदि में LIDAR(लाईट डिटेक्शन एण्ड रेन्जिंग), परम्परागत रडार तथा स्टीरियोस्कोपिक कम्प्यूटर विज़न आदि के प्रयोग से चालक रहित कार का स्वायत्त प्रारूप परम्परागत यू.ए.वी. से अत्यधिक विकसित होता है। चालक विहीन कार के कम्प्यूटर को आसपास की सभी गाड़ियों तथा बाधाओं की गतिकी की जानकारी और तद्नुसार अनुमान लगाकर– ''कि अगले कुछ पलों में क्या स्थिति होने की संभावना है'' –की गणना 'कलन विधि' से कर उचित सुझाव देने जैसें जटिल प्रक्रिया का त्वरित रूप से पालन करना होता है।[6] वास्तव में किसी मानव चालक द्वारा भी इसी प्रकार का अनुमान व आकलन किया जायेगा परन्तु मनुष्य संज्ञानात्मक प्रयास से इस कार्य को स्वाभाविक रूप से सरलतापूर्वक कर लेते हैं जबकि किसी कम्प्यूटर में तात्कालिक वातावरणीय प्रारूप को अद्यतन(अपडेट) करने के साथ–साथ अगले कुछ पलों में होने वाले गतिकी परिवर्तनों का अनुमान भी लगा सकने के लिए अत्यन्त महत्वपूर्ण व विकसित कलन क्षमता की आवश्यकता होगी। एक चालक रहित कार के कम्प्यूटर को संभाव्य विकल्पों में से सर्वाधिक उपयुक्त विकल्प चुनने के लिए कम समय में जटिल कलन करना होगा और वह भी निश्चित समयान्तराल के भीतर। किसी स्वायत्त प्रणाली के लिए आदर्श स्थिति होती है कि उसके विश्व प्रारूप से अधिकाधिक समानता होना और पारिस्थितिक असंभावनाओं का न्यूनतम होना। यू.ए.वी. की अपेक्षा कार चालन में आदर्श स्थिति की संभावना न्यूनतम रहती है।

7. **मानव व रोबोट के मध्य संतुलनकारी कार्य–** स्पष्टतः यह एक तकनीकी प्रश्न है कि क्या एक कम्प्यटर की दृष्टि किसी वस्तु का पर्याप्त विभेदन कर इतना अचूक बिम्ब बना सकती है जिसके आधार पर कम्प्यूटर कलन कर एक दम सही निर्णय प्रस्तुत कर सके। स्वायत्त रोबोट के तार्किक कलन के सम्बंध में विचारणीय है कि किस सीमा तक प्रणाली को 'स्वायत्त' होना चाहिए और किस बिन्दु से मानव बृद्धि द्वारा पर्यवेक्षण की आवश्यकता है। साथ ही नीतिगत तथा नैतिक प्रश्न भी है कि क्या किसी यंत्र(रोबोट) को किसी भी व्यक्ति के जीवन को खतरे में डालने की स्वायत्तता दे दी जानी चाहिये। विशेषतः सैन्य सम्बंधी कृत्रिम बुद्धिमता वाली स्वायत्त प्रणाली के निर्माण एवं क्षमता पर विचार –विमर्श करना अपरिहार्य हो गया है।

चित्र–1: कम्प्यूटर तथा मानव की सूचना प्रसंस्करण की सापेक्षिक क्षमता

चित्र–1 निरंतर जटिल होती जाती परिस्थितियों में कृ0बु0 के सापेक्ष मानव बुद्धि के निर्णय लेने की कार्यकुशलता को दर्शाता है। मानव के लिए कुशलता अर्जित करना सेन्सरी मोटर क्रिया है जो ''संवेदन–संज्ञान–कार्यवाही'' की कड़ी द्वारा थोड़े से प्रशिक्षण से ही स्वतः सम्पादित होने वाली क्रिया बन जाती है। तात्पर्य है कि उद्दीपन प्राप्त होने पर अल्प समय में ही अपने आप क्रिया सम्पन्न हो जाती है। प्रशिक्षण द्वारा अर्जित कौशल के उपयोग का एक उदाहरण है–विमान चालन। विमान चालक 'डायल व गाउज' आदि को नियन्त्रित करना सीखने में पर्याप्त समय लगाते है और विभिन्न दुरूह परिस्थितियों में उचित कार्यवाही करने का कौशल विकसित करते हैं। किसी भी ऐसी परिस्थिति के वास्तविक रूप में उपस्थित होने पर विमानचालक त्वरित गति से उचित क्रिया आसानी से कर लेते हैं। स्वायत्त यंत्र प्रणाली भी इस प्रकार विकसित की जाती है जिसमें समीकरणों पर आधारित फीडबैक लूप द्वारा क्रिया निर्धारित होती है। यह लूप संवेदकों द्वारा प्राप्त आगत सूचनाओं की गुणवत्ता पर निर्भर होता है जो कम्प्यूटर को इंगित करते हैं कि विमान 'कहाँ' है और उसे 'कहाँ' होना चाहिए। जैसे– 'संज्ञानात्मक सातत्य'(कॉगनीटिव कॉन्टीन्यूम)(चित्र–1) जटिल होता जाता है नियमों पर आधारित व्यवहार जैसे सबरूटीन, संग्रहीत नियम या प्रक्रिया आदि पर आधारित व्यवहार की आवश्यकता बढ़ती जाती है। मानव द्वारा सम्पादित होने वाले सामान्य 'संज्ञानात्मक सहायक यंत्र'(कॉगनीटिव–एडिग टूल्स) विमान की चेकलिस्ट में होते हैं। एक विमान चालक विमान उड़ाते समय किसी भी प्रकार की जटिल परिस्थिति में विमान व उड़ान की रक्षा हेतु

महत्वपूर्ण रूप से इन प्रक्रियाओं पर निर्भर होता है। उदाहरण के लिये जब 'फायर लाइट' जलती है अथवा कोई अन्य उपप्रणाली किसी प्रकार की समस्या का संकेत देती है, तो विमान चालक को सर्वप्रथम विमान को स्थिर रखने का प्रशिक्षण दिया जाता है। पर्याप्त अभ्यास से चालक यह कौशल विकसित करते हैं। तत्पश्चात चालक 'मैन्युअल' देखकर उचित प्रक्रिया के नियम का पालन करने का प्रशिक्षण प्राप्त करते हैं। इस प्रकार की संहिताबद्ध(कोडीफाइड) प्रक्रियायें आवश्यक हैं, अन्यथा सम्भावित समस्या से निपटने के लिए बहुत सारे समाधानों को याद रखना पड़ेगा। जैसे–जैसे सम्भावित जटिलताओं का क्षेत्र बढ़ता जाता है प्रक्रियाओं की व्याख्या कर उचित निर्णय करना अपरिहार्य होता जाता है। जहाँ पर पूर्व निर्धारित संहिताबद्ध नियमों की सारणी उपयुक्त विकल्प प्रस्तुत करनें में सक्षम नहीं होती वहाँ ज्ञान पर आधारित तार्किक निर्णय करने की आवश्यकता पड़ती है।[7]

8. **मानसिक प्रारूप–** मानसिक प्रारूप अर्थात वाह्य परिस्थितियों का संवेगात्मक प्रतिरूपण– काफी समय के अभ्यास तथा अनुभव के आधार पर बनते हैं और अनिश्चितता की स्थिति में विशेष रूप से उपयोगी सिद्ध होते हैं। उदाहरण स्वरूप 'हडसन पर चमत्कार' कही जाने वाली घटना स्मरणीय है। वर्ष 2009 में न्यूयार्क के लागार्डियों एयरपोर्ट से एयरवेज फ्लाइट 1549 के उड़ान भरने के बाद पक्षियों के इंजन में फंस जाने के कारण विमान के दोनों इंजन फेल हो गये थे। आकस्मिक लैंडिग हेतु आस–पास किसी हवाई पट्टी की अनुपलब्धता के कारण पायलट कैप्टन चेस्ले सलॅनबर्गर ने एयरक्राफ्ट को हडसन नदी पर उतारने/डुबोने का फैसला किया। कोई भी दुखद घटना नहीं हुई और सभी 153 यात्रियों तथा क्रू मेम्बर को एयरक्राफ्ट से बाहर निकालने में सफलता मिली, जिन्हें नावों के द्वारा बचा लिया गया। यह एक बहुत ही अधिक अनिश्चितता की स्थिति थी जहाँ चालक को अपने ज्ञान व कौशल के बल पर निर्णय लेना था। परिणाम से ज्ञात होता है कि चालक ने तीव्र मानसिक उद्दीपन के द्वारा विमान की स्थिति तथा बाह्य परिस्थितिकी का मानसिक प्रारूप तैयार कर विमान को नदी में उतारने/डुबोने का निर्णय लिया जो अंततः सफल भी रहा। उस समय किसी भी 'आटो पायलट प्रणाली' में ऐसी स्थिति से निपटने के लिए कोई क्षमता उपलब्ध नहीं थी। यद्यपि अब इस दिशा में शोध प्रारम्भ हो गया है।[8]

उपरोक्त उदाहरण से स्पष्ट है कि कुशल विशेषज्ञ का संवेगात्मक तार्किक निर्णय, जिसे वह ज्ञानार्जन, अनुभव एवं अभ्यास द्वारा अर्जित करता है, सर्वोपरि होता है। विशेषतः अनिश्चितातापूर्ण परिस्थितियों में समयोचित तीव्र निर्णय की आवश्यकता होती है और मानव बुद्धि की ज्ञानार्जित विलक्षणता का गुण ही ऐसे कठिन अपूर्व निणर्य लेने में सक्षम हैं। सर्वाधिक अनिश्चितता की स्थिति से निपटने के लिए किसी सच्चे विशेषज्ञ की क्षमता मानवजाति का 'हालमार्क' है। मनुष्य की तुलना में किसी कम्प्यूटर में इस प्रकार का प्रतिरूप तैयार करना एक अत्यन्त दुष्कर कार्य है।[9] जैसा कि चित्र–1 से स्पष्ट है– कौशल (स्किल) पर आधारित कार्य स्वचालित रूप से सम्पादित करने की दृष्टि से सबसे ज्यादा आसान होते हैं। इनमें अनवरत पुनरावृत्ति होने के कारण 'फीडबैक लूप' का समीकरणीय नियंत्रण सम्भावी होता है, यदि सभी संवेदांग भली–भॉति कार्यरत हैं। 'यदि ऐसा है तो' पर आधारित नियमबद्ध व्यवहार हेतु स्वायत्त प्रणाली का प्रयोग किया जा सकता है। परन्तु जैसे–जैसे परिस्थितियों की अनिश्चितता की तीव्रता बढती जाती है नियमबद्ध/कोडीफाइड तार्किकता के स्थान पर ज्ञानाधारित, अनुभवजन्य तार्किकता पर निर्भरता बढ़ती जाती है। इस प्रकार यातायात के नियमों तथा वाहनों की गतिकी की भली–भाँति जानकारी उपलब्ध हो तो वाहन परिचालन में उपयुक्त मार्ग का चुनाव स्वचालित प्रणाली द्वारा किया जा सकता है, परन्तु अनिश्चितता की स्थिति में इस क्षेत्र में स्वचालन कठिन हो जाता है। ड्रोन्स का परिचालन अपेक्षाकृत सीधा व सरल है क्योंकि विकसित संवेदी क्षमताओं तथा वातावरणीय बाधाओं का घनत्व कम होने का तात्पर्य है अनिश्चित परिस्थितियों की सम्भावना का कम होना। **परन्तु कार** चालन की दशा में अनिश्चितता की सम्भावना बहुत अधिक होती है क्योंकि एयरक्राफ्ट की तुलना में कार **के संवेदांग** उतने विश्वसनीय नहीं होते और बाधाक्षेत्र का घनत्व महत्वपूर्ण रूप से अधिक होता है।

9. **स्वचालित से स्वायत्त प्रणाली की ओर विकास–** नियमबद्ध तार्किकता के स्तर पर स्वचालित से स्वायत्त प्रणाली की ओर गमन का मार्ग सम्भावित होता है। परन्तु विचारणीय है कि इस सन्दर्भ में एक ओर जहाँ उच्च स्तरीय तर्कशक्ति की आवश्यकता होती है वहीं दूसरी ओर अनिश्चितता की मात्रा बढ़ती जाती है– खासतौर से अपूर्ण नियमावली की स्थिति में नियमबद्ध तार्किकता के स्तर से स्पष्ट है कि वैज्ञानिकों द्वारा स्वचालन प्रणाली से स्वायत्त प्रणाली की ओर अग्रसर होने का स्वाभाविक प्रयास किया जायेगा। ऐसी स्थिति में उच्चस्तरीय तर्कशक्ति की आवश्यकता स्वाभाविक है। यहाँ यह ध्यान देना आवश्यक है कि अपूर्ण नियमावली की स्थिति में अनिश्चितता की मात्रा भी बढ़ती जाती है। उदाहरण के लिए 'ग्लोबल हॉक मिलिटरी यू0ए0बी0' नियमाधारित स्तर पर काम करता है और संवाद/संपर्क, टूट जाने की स्थिति में भी स्वयं 'लैण्ड'(जमीन पर उतरना), कर सकता है परन्तु अभी तक यह प्रदर्शित नहीं हो सका है कि अन्य प्रकार की स्थितियाँ जिनमें उच्च स्तरीय तर्कशक्ति की आवश्यकता होगी, उनका सामना भी यह एयरक्राफ्ट कर सकता है।[10] अनिश्चित परिस्थितियों का सामना होने पर ज्ञान व अनुभव पर आधारित व्यवहार और उसके परिणाम स्वरूप अर्जित विशेषता की आवश्यकता, संज्ञानात्मक तार्किकता के उस सर्वोन्नत स्वरूप को इंगित करती है जिसे मानव अथक प्रयास से अर्जित कर सकता है। नियमों पर आधारित तार्किकता मानव तथा कम्प्यूटर दोनों ही को उपयुक्त सम्भावित निर्णय–निर्धारण में सहायता प्रदान करती है परन्तु जिन स्थितियों में अधिक अनिश्चितता की संभावना है और जिन्हें स्वरूप स्पष्ट न होने के कारण परिभाषित नहीं किया जा सकता है ऐसी स्थिति में स्वायत्त प्रणाली की कलन विधि द्वारा निदान प्राप्त करना आसानी से सम्पादित होने वाला कार्य नहीं लगता। रक्षा सम्बंधी संवेदनशील कार्यसम्पादन जैसे शस्त्र–प्रहार आदि में महत्वपूर्ण प्रश्न है कि क्या स्वायत्त प्रणाली दुविधापूर्ण स्थितियों का आकलन करके स्वीकृति योग्य

निदान प्रस्तुत कर सकती है। यह बात स्वीकार्य है कि स्वायत्त ड्रोन मिलिट्री प्रणाली द्वारा किसी स्थैतिक लक्ष्य को सफलतापूर्वक भेदने की बहुत संभावना होती है और बहुत से देशों के पास इस प्रकार का प्रहार करने वाली मिसाइल हैं। परन्तु क्या एक स्वायत्त ड्रोन किसी गतिमान व्यक्ति विशेष की वास्तविक तत्कालिक छवि का निर्धारण निश्चिततापूर्वक कर सकता है कि 'वही वांछित व्यक्ति है, न कि कोई और बेगुनाह', अभी इसका उत्तर उपलब्ध नहीं है।

10. **मानव प्रेरण की शक्ति, मौलिकता तथा उपयोगिता–** मानव प्रेरण की शक्ति अर्थात 'विशिष्ट सूचनाओं के आधार पर साधारण नियमों का प्रतिपादन करने की क्षमता' एक महत्वपूर्ण नैसर्गिक गुण है। अनिश्चितता की स्थिति में दृश्यगत के साथ ही नैतिक व न्याय संगत तर्क भी आवश्यक है और इस प्रकार का प्रेरण मानवजाति का विशेष अधिकार है। कम्प्यूटर के संदर्भ में कलन विधि प्रारूपी डाटा(टिपीकल डाटा) पर आधारित होती है और कृ0बु0 की श्रेणी में नहीं आती अर्थात् इस प्रकार की कलनविधि निर्माण के समय कोड किये गये 'गुणात्मक परिवर्तनों' को ही पहचान सकती है तथा अन्य सूचनाओं का साधारणीकरण करके उत्तर प्रस्तुत नहीं कर सकती।[11] सहजबोध की अमूर्त संकल्पना द्वारा निर्णय करना, ज्ञान व अनुभवजन्य तार्किकता तथा वास्तविक विशेषज्ञता आदि जैसी क्षमताएं आज भी कम्प्यूटर के क्षेत्र से परे हैं। इस दिशा में शोध किये जा रहे हैं, विशेष रूप से मशीन लर्निंग अर्थात कृत्रिम बुद्धिमता समुदाय में, परन्तु विकास की गति धीमी ही है। विचारणीय है कि आई0बी0एम0 के वाट्सन कम्प्यूटर का उदाहरण मानव की तर्कशक्ति की क्षमता को मात कर देने के सम्बंध में दिया जाता है। प्रचलित भाषा में इसे 'इंटेलीजेंट' कम्प्यूटर कहते हैं। इसमें 90 सर्वर और प्रत्येक सर्वर में 3.5 GH_3 गीगा हर्ट्ज का 'कोर प्रोसर्सर' लगा है। यह कम्प्यूटर मानव द्वारा निर्मित है और ज्ञान की एक संस्था को दर्शाता है जहाँ वाट्सन विशेष प्रकार के डाटा पर आधारित सूत्र के अनुसार स्वाभाविक भाषा की प्रक्रिया सम्पन्न करने, तथा पैटर्न का मिलान आदि करके उत्तर प्रदान करता है। यह कम्प्यूटर उस वातावरण में काम करता है जहाँ अनिश्चितता की दर लगभग नगण्य है, तब भी लोग इस कम्प्यूटर की क्षमता के विषय में संशय करते हैं। कुछ लोग दावा करते हैं कि 'मशीन लर्निंग' मानव–बुद्धि के समान होती है। परन्तु ध्यान देने योग्य बात यह है कि यह मशीन मानव द्वारा संरचित और संचित उन 'पैटर्न' को पहचाननें का काम करते हैं जिन्हें इनका निर्माणकर्ता स्वयं उपयोगी मानता है। इस प्रकार यह प्रणाली 'विकासवादी' हैं न कि 'क्रान्तिकारी'।[12] मशीन–लर्निंग की एक महत्वपूर्ण सीमा है। मूलतः यह डाटा प्रासेसिंग पर आधारित प्रक्रिया है जिसकी सफलता आगत डाटा की गुणवत्ता पर निर्भर होने के कारण अत्यन्त संवेदनशील है। इसकी कोई गारंटी नहीं है कि 'मशीन लर्निंग' में संचित(फीड) कलन विधि ऐसे किसी पैटर्न या घटना का समाधान दे सकती है जिसका पूर्व में उसने सामना न किया हो या फिर वह सूचीबद्ध पैटर्न से थोड़ा–बहुत भिन्न हो। इस प्रकार अनिश्चितता की संभावना बढ़ने के साथ ही इन यंत्रों की उपयोगिता कम होती जाती हैं।

चालक रहित परिवहन में दृश्य कलन विधि द्वारा कम्प्यूटर एक कार तथा दुपहिया साइकिल के मध्य निकट परिधि के भीतर विभेद कर सकता है, परन्तु एक कार और 'किसी विशिष्ट ट्रक जिसमें 'खास लोग' हथियार अथवा शस्त्र का प्रक्षेपण करने के उद्देश्य से जा रहे हों' में विभिन्न स्तरीय परिमाण एवं आयामों पर आकलन कर पाना मुश्किल होगा। उदाहरण के लिये– कम्प्यूटर के संसार में लगभग 22,000 वस्तुओं की श्रेणी में से कुछ वस्तुए जैसे– कुत्ता, बिल्ली, ट्रक आदि की छवि पहचानना 15.8 प्रतिशत शुद्धता तक संभव हो चुका है।[13] जब यह श्रेणी 1000 वस्तुओं तक सीमित कर दी जाती है तो शुद्धता का प्रतिशत 60–70 प्रतिशत तक बढ़ जाता है।[14] इन दोनों ही अध्ययनों में कलन विधि के निर्धारण में 10 मिलियन नामांकित छवियों(लेबेल्ड इमेज)की आवश्यकता पड़ी। इसकी तुलना में किसी मनुष्य में थोड़े से प्रशिक्षण के द्वारा ही 22,000 भिन्न–भिन्न वस्तुओं को पहचानने की क्षमता विकसित की जा सकती है। यूं तो यू0ए0वी0 किसी छवि आदि को अंकित करने में अत्यन्त उपयोगी है परन्तु किसी यू0ए0वी0 अथवा स्वायत्त प्रणाली को एक विशिष्ट लक्ष्य को साधकर शस्त्रप्रहार करने में दक्ष होने में अभी समय लगेगा। कम्प्यूटर द्वारा किसी विशिष्ट लक्ष्य को निश्चिततापूर्वक पहचान पाने में असमर्थ होने का कारण है–'परिस्थितियों का सम्भावी स्वभाव''। मनुष्य हो अथवा कम्प्यूटर दोनों ही पूर्व सम्भावनाओं के आधार पर सम्पूर्ण सूचनाओं के अभाव में ही निर्णय लेते हैं। मनुष्य को अनुभव व ज्ञान पर आधारित तार्किकता और विवेक–वैशिष्ट्य का लाभ मिल सकता है परन्तु कम्प्यूटर की स्वायत्त प्रणाली 'अनुकूलतम तथा प्रमाणन कलन विधि' की परिधि के अन्तर्गत ही सटीक व्यवहार कर सकती है।[15]

कुछ परिस्थितियों जैसे मौसम की जानकारी, भूकम्प प्रभावी क्षेत्रों में खोजबीन, चिकित्सा आदि कार्यों में स्वायत्त प्रणाली लाभदायक है किन्तु अन्य संवेदनशील क्षेत्र जैसे सेना, रक्षा आदि में स्वायत्त प्रणाली की उपयोगिता पर नैतिक प्रश्न उठना स्वाभाविक है। सेना/रक्षा क्षेत्र में कृत्रिम बुद्धिमता के प्रयोग का भविष्य इंजीनियरों की क्षमता पर निर्भर करता है– आवश्यक है कि इंजीनियर अपने ज्ञान, विशेषता एवं शोध द्वारा ऐसी तार्किक स्वायत्त प्रणाली का निर्माण कर सकें जो स्वतंत्र रूप से उचित निर्णय करने में स्वयं सक्षम हो। वर्तमान समय में इस प्रकार की स्वायत्त प्रणाली उपलब्ध नहीं है अधिकतर ज़मीन पर काम करने वाले रोबोट दूर से मानव द्वारा संचालित/नियंत्रित किये जाते हैं। सेना के अधिकांश यू0ए0वी0 कुछ सीमा तक ज्यादा विकसित हैं जिनमें निम्न स्तरीय स्वायत्ता प्रदान की गई है जिसके अन्तर्गत वह जमीन पर बिना मानवीय दखल के परिचालन कर सकते हैं। परन्तु लगभग सभी को महत्वपूर्ण रूप से सहायता की आवश्यकता पड़ती है। अपने लक्ष्य की छवि अंकित कर वापस लौटते हैं। वह भी स्वचालन करते हैं न कि स्वायत्त स्तर पर कार्य करते हैं, तथा उड़ान भरते समय यांत्रिक रूप से कार्य करते हैं, विवेक का इस्तेमाल नहीं करते हैं, जैसा कि स्वायत्त प्रणाली में होना चाहिए।

11. **सैन्य तथा व्यवसायिक क्षेत्र में कृत्रिम बुद्धिमता की क्षमता में अंतर–** यद्यपि वर्तमान कृ0बु0 की कार्य प्रणाली ज्यादातर स्वायत्त के बजाय स्वाचालित है तथापि विश्व स्तर पर स्वायत्त प्रणाली पर शोध एवं विकास पर प्रयास किये जा रहे हैं। अनेकों देशों में नभ, थल और जल पर तथा पानी के भीतर काम करने वाले रक्षा क्षेत्र में वाहनों के विकास में महत्वपूर्ण वृद्धि हुई है। अमेरिका, यूरोप तथा चीन में अनेकों स्वायत्त हेलीकाप्टरों का विकास किया जा रहा है जिन्हें सैनिक युद्ध क्षेत्र मे स्मार्टफोन के द्वारा नियंत्रित कर सकेंगे। विश्वभर में स्वायत्त थल वाहन जैसे टैंक और परिवहन वाहन आदि तथा स्वायत्त पानी के भीतर चलने वाले वाहन विकसित किये जा रहे हैं। इन सभी क्षेत्रों में तकनीक विकसित करने वाली एजेंसियाँ विकास के क्रियात्मक धरातल पर अनेको वर्षो से संघर्षरत हैं। इस तकनीक के परिपक्व होने की दिशा में सफलता के रास्ते में अनेक बाधाये हैं जिनमें कीमत और अनदेखे तकनीकी पक्ष भी शामिल है। साथ ही उतने ही समस्याकारी हैं। संस्थागत तथा सांस्कृतिक बाधायें उदाहरण के लिए अमेरिका स्वायत्त यू0ए0वी0 को क्रियात्मक स्तर पर लाने के लिए प्रयासरत है इस तथ्य के बावजूद कि उसके एफ–22 एयरक्राफ्ट के साथ कई तकनीकी समस्यायें आई थी और युद्ध में इसे कम ही उड़ाया गया, अमेरिका की वायु सेना ड्रोन में अग्रिम विकास करने की अपेक्षा F-22 बनाना शुरू करने पर विचार कर रही थी यह जानते हुए भी कि यह अत्यधिक खर्चीला प्लान है। F-22 के निर्माण के अतिरिक्त प्रतिघंटा एफ–22 से कार्य लेने का खर्च $ 68362 है जबकि प्रिडेटर का प्रतिघंटा खर्च $ 3679 है। प्रिडेटर हवा से हवा में मार करने के अलावा एफ–22 के लगभग सभी मुख्य कार्य कर सकता है तकनीकी समस्या के कारण एफ–22 भी पहले हवा से हवा में मार करने में सफल नहीं हुआ था।[16]

अमेरिकी नेवी द्वारा एक्स–47 को स्वायत्त लडाकू/बमवर्षक विमान के तौर पर विकसित किया जा रहा था परन्तु अनेकों सफल समुद्री परीक्षण के बावजूद अब इससे हवाई ईंधन पूर्ति के लिये टैंकर के रूप में प्रयोग किया जा रहा है जो इसके मूल उद्देश्य से नितान्त भिन्न है।[17] सेना तथा सैन्य क्षेत्र में अधिकांश लोग यू0ए0वी0 को सहायक भूमिका में निःसंदेह स्वीकार करते हैं परन्तु यदि यू0ए0वी0 को प्रक्षेपास्त्र प्रक्षेपित करने में स्वायत्ता प्रदान की जाती है तो इस प्रकार का विकास खतरे का संकेत है। अन्य संस्थागत प्रश्न भी स्वायत्त प्रणाली के तकनीकी विकास में विचारणीय है। मुख्य प्रश्न है कि सैन्य क्षेत्र से व्यवसायिक क्षेत्र की तरफ विशेषज्ञों का रूझान। व्यवसायिक क्षेत्र में स्वायत्त प्रणाली के विकास में अत्यन्त तीव्रता आई है। सैन्य स्वायत्त प्रणाली का विकास व्यवसायिक स्वायत्त प्रणाली के विकास की तुलना में धीमा है। जबकि ड्रोन तथा चालक विहीन कार के विकास मामले में व्यवसायिक क्षेत्र में उल्लेखनीय प्रगति हुई है। चालक रहित कार को विकसित करने का काम वर्ष 2004 में डिफेन्स एडवांस रिसर्च प्रोजेक्ट एजेन्सी(डी0ए0आर0पी0)ने शुरू किया था।[18] वर्ष 2007 में कार्यक्रम के समापन पर यह कार अत्यन्त धीमी गति से बंद रास्तों पर ही चल सकती थी और वह भी दुर्घटना की संभावना के साथ। एक दशक बाद उद्योग इनको व्यवसायिक रूप से उतारने के लिए लगभग तैयार है। यह तीव्र विकास अरबों खरबों रूपयें के उपभोक्ता बाजार की वजह से शोध व विकास क्षेत्र में औद्योगिक सहायता के फलस्वरूप सम्भव हुआ है।

जबकि इस दौरान सैन्य स्वायत्त वाहन के विकास में बहुत कम प्रगति हुई है। स्वायत्त प्रणाली के विकास में 'एयरोस्पेस तथा रक्षा क्षेत्र', 'मोटरवाहन', तथा 'सूचना एवं संचार' तीनों का ही योगदान है। सैन्य सम्बंधी स्वायत्त प्रणाली विशेष रूप से 'एयरोस्पेस तथा रक्षा क्षेत्र' के विकास पर निर्भर है। अमेरिका तथा अन्य वैश्विक बाजार ऑटोमोटिव सेक्टर मे शोध व विकास पर एयरोस्पेस तथा रक्षा क्षेत्र की तुलना में तीन गुना ज्यादा खर्च कर रहे हैं। सूचना एवं संचार क्षेत्र का स्वायत्त प्रणाली के विकास में महत्वपूर्ण योगदान है। इस क्षेत्र में कृ0बु0 की क्षमता में अभूतपूर्व विकास हुआ है। जैसे X (पूर्व में गूगल X) ड्रोन तथा चालक रहित कार–विकास के कार्यक्रम में, फेसबुक और अमेजॉन, ड्रोन तथा एप्पल स्वायत्त कार विकास की परियोजनाओं में संलग्न हैं। सूचना सम्बंधी तकनीकी कम्पनियां शोध एवं विकास पर एयरोस्पेस व रक्षा क्षेत्र की तुलना में काफी अधिक धन लगा रही हैं। इससे स्पष्ट है कि सैन्य की अपेक्षा व्यवसायिक स्वायत्त प्रणाली विकास में ज्यादा प्रगति हो रही है।[19] हार्डवेयर के साथ–साथ सॉफ्टवेयर विकसित करने की योग्यता तथा विशेषता रखने वाले इंजीनियर, जो इस प्रणाली को विकसित करते हैं उनकी संख्या बहुत कम है। साथ ही उच्च गुणवत्ता वाले कर्मचारियों की उपलब्धता हेतु काफी प्रतिस्पर्धा है। बोस्टन डायनेमिक्स(एक समय की अमेरिकन सैन्य शोध तथा विकास रोबोटिक्स कम्पनी) को वर्ष 2013 में गूगल ने घरेलू रोबोट के विकास के लिए खरीद लिया था और अब टोयोटा द्वारा चालक रहित कार विकास कार्यक्रम के लिए टोयोटा द्वारा इसका अधिग्रहण करने की सूचना है।[20] अत्यधिक प्रतिस्पर्धा के बाजार में विशेषज्ञ(रोबोटिसिस्ट्स) और योग्य इंजिनियरों की उपलब्धता एक चुनौती है। सम्बन्धित इंजीनियर के लिए है।

एयरोस्पेस तथा रक्षा क्षेत्र जैसे कम मुद्रा–व्यय वाले क्षेत्र योग्यतम व्यक्तियों को कम आकर्षित कर रहे हैं। परिणाम स्वरूप वैश्विक रक्षा इन्डस्ट्री व्यवसायिक रूप से तकनीक में पीछे होती जा रही है। यह अन्तर बढ़ता ही जा रहा है क्योंकि योग्यतम व्यक्ति व्यवसायिक क्षेत्र में जा रहे हैं। इसका अर्थ है कि सैन्य स्वायत्त प्रणाली विकास के क्षेत्र में योग्य व्यक्तियों की कमी के कारण न सिर्फ युद्धभूमि संबंधी कृ0बु0 में कमी आयेगी अपितु उचित रक्षात्मक प्रणाली और प्रशिक्षण आदि की गुणवत्ता में भी गिरावट आयेगी। आज जबकि विवाद है कि– ''क्या स्वायत्त शस्त्रों को पूरी तरह से प्रतिबंधित कर देना चाहिये'', दूसरा महत्वपूर्ण तुरन्त ध्यान देने वाला मुद्दा है कि क्या रक्षा की अर्द्ध–स्वायत्त प्रणालियों तथा कम स्वायत्त प्रणलियों का प्रयोग सुरक्षापूर्वक करने की क्षमता में भविष्य में गिरावट आ सकती है। आधारभूत तकनीकी बदलाव के कारण आने वाले समय में सेना स्वायत्त प्रणाली की क्षमताओं के विकास में व्यवसायिक क्षेत्र से बहुत पिछड़ सकती है। एक औसत अमेरिकी नागरिक चालक रहित वाहन को सैनिकों के युद्धभूमि में वाहन प्राप्त करने से बहुत पहले प्राप्त कर लेगा और व्यवसायिक इन्टरनेट के द्वारा ड्रोन्स खरीदने की क्षमता सेना के मुकाबले आतंकवादियो के पास अधिक

होगी। तकनीकी उपलब्धता का यह असंतुलन सैन्य क्षेत्र की क्रियाशीलता पर अनदेखी बाधा की और इशारा करता है। यदि रक्षा कम्पनियाँ और सरकार कृत्रिम बुद्धिमता के क्षेत्र में व्यवसायिक क्षेत्र की तुलना में कम शिक्षित/विकसित रहती हैं तो यह एक आधारभूत शक्ति–हस्तान्तरण का परिदृश्य होगा जहाँ गूगल, अमेजॉन और फेसबुक आदि के जरिये किसी भी 'सामान्य और असामान्य', व्यक्ति को संवेदनशील कृ0बु0 प्रणाली उपलब्ध हो जायेगी।

गूगल ने स्वंय को सेना अनुबंधों से बहुत पहले ही दूर कर लिया है। गूगल अन्य उन्नत रोबोटिक्स कम्पनियों का अधिग्रहण कर रहा है और साथ ही उन्हें पुराने सेना अनुबंधों को समय से पूरा करने पर बल दे रहा है। यदि सेना को रोबोट या कृत्रिम बुद्धिमता के उपकरण व्यवसायिक विक्रेता से खरीदना पड़ेगा तो निश्चय ही यह सैन्य तत्परता/कुशलता पर शीघ्रगामी तथा दूरगामी दोनों प्रकार का प्रभाव डालेगा। पूर्व में सेना की यू.ए.बी. के विकास में श्रेष्ठता और वर्तमान में व्यवसायिक क्षेत्र की क्षमता के मध्य अन्तर निरन्तर कम होता जा रहा है। आज सेना के ग्रेड के ड्रोन को बेचने का प्रस्ताव इण्टरनेट पर उपलब्ध है। सामान्य नागरिकों को स्वायत्त ड्रोन के प्रयोग की सुविधा किस प्रकार स्वायत्त रक्षा क्षेत्र और उसके द्वारा शस्त्र –प्रयोग को प्रभावित करेगी, यह अभी अस्पष्ट है।

12. **निष्कर्ष**– निःसन्देह कृत्रिम बुद्धिमता प्रणाली भविष्य की वैश्विक सैन्य व्यवस्था का महत्वपूर्ण अंग होगी किन्तु व्यवसायिक क्षेत्र में स्वायत्त प्रणाली के तीव्र विकास को अनदेखा नहीं किया जा सकता। एक बड़ी समस्या है कृ0बु0 प्रणाली सम्बंधी विशिष्टताओं का सैन्य की अपेक्षा व्यवसायिक क्षेत्र में तीव्र विकास का वैश्विक परिप्रेक्ष्य पर पड़ने वाले प्रभाव का शीघ्रातिशीघ्र आंकलन करना। अन्ततः व्यवसायिक सूचना एवं संचार तथा ऑटोमोटिव क्षेत्रों के प्रति उत्कृष्ट इंजिनियरों की अभिरूचि और दिन प्रति दिन दैनिक व्यवसायिक उत्पादों में स्वायत्त प्रणाली की क्षमता में होता विकास विश्व सैन्य व्यवस्था के लिए एक चुनौती है, जिस पर विचार करना समय की मांग है।

1. https://science.nasa.gov/science-news/science-at-nasa/2008/10jun_solarprobe
2. https://hi.wikipedia.org/wiki/ कृत्रिम बुद्धिमता
3. https://en.wikipedia.org/wiki/deep.blue(chess_computer)
4. https://www.tutorialspoint.com/artificial_intelligence/artificial_intelligence_overview.htm
5. कमिंग्स, एम0 एल0(2017) आर्टिफिशयल इंटेलिजेंस एण्ड द फ्यूचर ऑफ वारफेयर, इंटरनैशनल सिक्योरिटी डिपार्टमेंट एण्ड यू0एस0 एण्ड द अमेरिकाज प्रोग्राम।
https://www.chathamhouse.org/sites/files/chathamhouse/publications/research/2017-01-26-artificial-intelligence-future-warfare-cummings-final.pdf
6. तदैव, पृ0 3।
7. तदैव, पृ0 6।
8. तदैव, पृ0 6।
9. गिज्रेनजर, जी0; टाड, पी0 एम0 और ए0 बी0 सी0 रिसर्च ग्रुप(1999) सिम्पल ह्यूरिस्टिक दैट मेक अस स्मार्ट, ऑक्सफोर्ड एण्ड न्यूयॉर्क, ऑक्सफोर्ड यूनिवर्सिटी प्रेस।
10. कमिंग्स, पृ0 7।
11. स्मिथ, पी0 जे0; मेक्काय, सी0 ई0 एवं लेटन, सी0(1997) ब्रिटलनेस एन द डिजाइन ऑफ कोआपरेटिव प्राब्लम्स–सॉल्विंग सिस्टम्सः दि इफेक्ट ऑन यूजर परफॉर्मेंस, आई.ई.ई.ई. ट्रांजेक्शंस ऑन सिस्टम्स, मैन एण्ड साइबरनेटिक्स, पार्ट एः सिस्टम्स एण्ड ह्यूमन्स, खण्ड–27, अंक–3, मु0पृ0 360–371।
12. कमिंग्स, एम0 एल0(2017) पृ0 8।
13. ली, कयू0 वी0 एवं अन्य(2012) बिल्डिंग हाई लेवल फीचर्स, यूजिंग लार्ज स्केल अनसुपर्वाइज्ड लर्निंग, इडिनबर्ग, 26 जून–01 जुलाई 2012।
14. सर्मनेट, पी0 एवं अन्य(2014) ओवरफीटः इंटीग्रेटेड रिकग्नीशन, लोकेलाइजेशन एण्ड डिटेक्शन यूजिंग कन्वाल्यूशनल नेटवर्क्स, इंटरनैशनल कॉन्फ्रेंस ऑन लर्निंग रिप्रेजेंटेशन, बन्फ एनी, 14–16 अप्रैल, 2016।
15. कमिंग्स, एम0 एल0(2017) पृ0 7।
16. थॉमसन, एम0(2013) कॉस्टली फ्लाइट ऑवर्स, टाइम, 02 अप्रैल 2013।
17. हेन्ड्रिक्स, जे0(2015) रिट्रीट फ्रॉम रेन्जः द राइज एण्ड फॉलऑफ कैरियर एविएशन, वाशिंगटन, डीसीः सेंटर फॉर ए न्यू अमेरिकन सिक्यूरिटी।
18. कमिंग्स, एम0 एल0(2017) पृ0 9।
19. तदैव, पृ0 10–11।
20. ब्रियन, एम0(2016) टोयोटा इज द टॉप बिडर फॉर रोबोटिक्स पायनियर बोस्टन डायनेमिक्स, इन्गाड्गेट, 1 जून 2016
https://www.engadget.com/2016/06/01/toyota_alphabet_boston_dynamics.