നിർമിതബുദ്ധി ഒരാമുഖം
ഡോ. ജിജോ പി. യു.

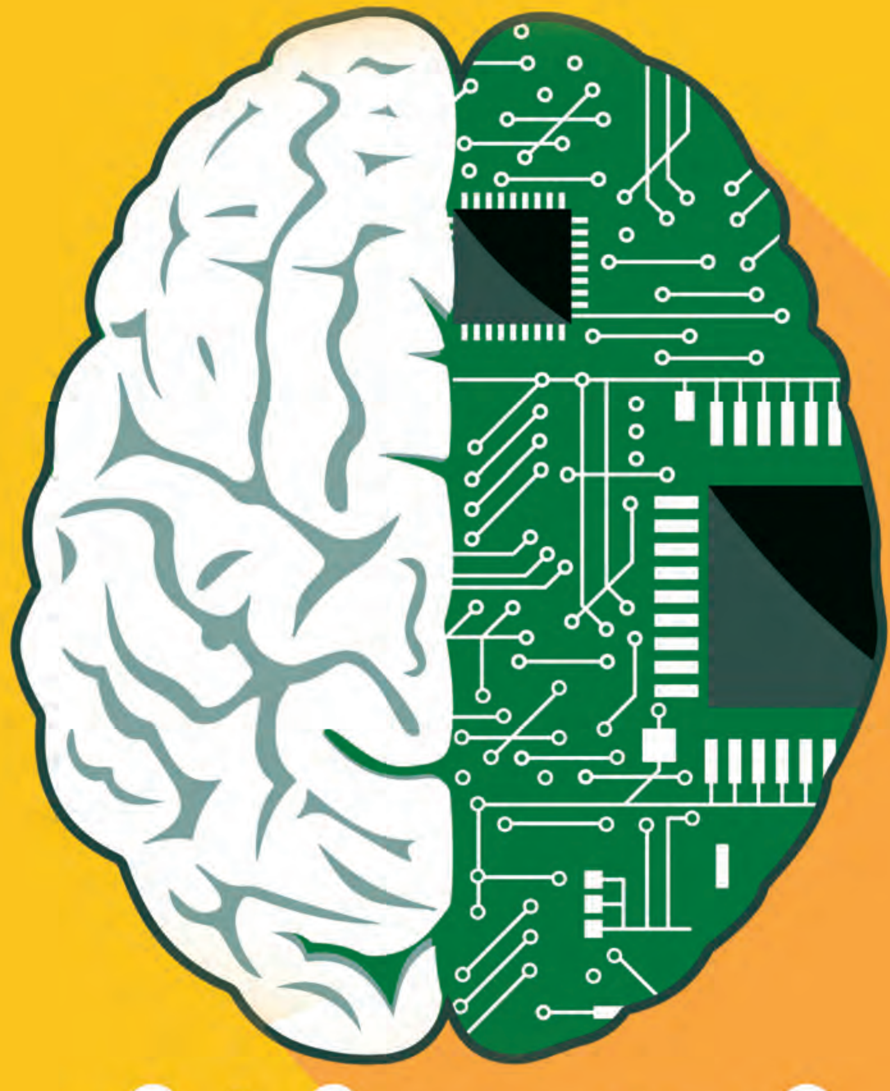
നിർമിതബുദ്ധിയുടെ രാഷ്ട്രീയവും നൈതികതയും
ഡോ. സുനിൽ തോമസ് തോണിക്കുഴിയിൽ

ജ്ഞാനസമ്പദ്‌വ്യവസ്ഥയ്ക്കു വേണ്ടിയുള്ള ജ്ഞാനസമൂഹം– താണ്ടാനുള്ള ദൂരം ഏറെ
അഡ്വ. കെ.പി.രവിപ്രകാശ്

അവനവന്റെ ഭൂപടം
ഡോ. രതീഷ് കൃഷ്ണൻ

ശാസ്ത്രഗതി

ജൂൺ 2022 ■ വില: 22 രൂപ
കേരള ശാസ്ത്രസാഹിത്യ പരിഷത്ത്



നിർമിതബുദ്ധി

സാങ്കേതികത | രാഷ്ട്രീയം | നൈതികത

ശാസ്ത്രഗതി

2022 ജൂൺ വാല്യം 56 ലക്കം 11

കേരള ശാസ്ത്രസാഹിത്യ പരിഷത്ത്

എഡിറ്റർ :
ബി. രമേശ്
rameshbkssp@gmail.com
Ph:9446101269

അസോസിയേറ്റ് എഡിറ്റർ :
ഡോ. രതീഷ് കൃഷ്ണൻ

മാനേജിങ് എഡിറ്റർ :
അശോകൻ ഇളവനി

സർക്കുലേഷൻ മാനേജർ :
എം. ദിവാകരൻ

ഈ ലക്കത്തിലെ ഹോണററി
ഗസ്റ്റ് എഡിറ്റർമാർ
ഡോ. സുനിൽ തോമസ് തോണിക്കുഴിയിൽ
ഡോ. ജിജോ പി.യു.

പത്രാധിപസമിതി :
ഡോ. ആർ.വി.ജി. മേനോൻ
പ്രൊഫ. സി.പി. നാരായണൻ
ഡോ. കാവുമ്പായി ബാലകൃഷ്ണൻ
ഡോ. കെ.വി. തോമസ്
ഡോ. യു. നന്ദകുമാർ
ഡോ. ജെ. ദേവിക
ഡോ. അനീഷ് ടി.എസ്.
പ്രൊഫ. ഇ. കുഞ്ഞികൃഷ്ണൻ
പി.എസ്. രാജശേഖരൻ
അരുൺ എം.
ഡോ. ജോമോൻ മാത്യു
ഡോ. വി.എം. രാഗസീമ
ഡോ. രശ്മി. എൽ
ഡോ. പ്രമോദ് കിരൺ ആർ.ബി
ഡോ. മനോജ് വെള്ളനാട്
ഡോ. എ. ബിജുകുമാർ
ഡോ. ദീപ കെ.ജി.
അഡ്വ. നേഹ മിറിയം കുരിയൻ
എസ്.എൻ. കൃഷ്ണൻ
സന്തോഷ് ഏറത്ത്

ചിത്രീകരണം : കെ.സതീഷ്

ഡിസൈൻ & ലേഔട്ട് : പി. പ്രദീപ്

ഇതിൽ ഉപയോഗിച്ചിരിക്കുന്ന ചില ചിത്രങ്ങൾക്കും ഫോട്ടോകൾക്കും വിവിധ വെബ്സൈറ്റുകളോടുള്ള കടപ്പാട് രേഖപ്പെടുത്തുന്നു.

ലേഖനങ്ങളിലെ അഭിപ്രായങ്ങൾ ലേഖകരുടേതാണ്; ശാസ്ത്രസാഹിത്യപരിഷത്തിന്റേതാകണമെന്നില്ല.

സന്ദർശിക്കുക: www.kssp.in, wiki.kssp.in, www.luca.co.in, www.facebook.com/onlinekssp

ലേഖകരോട്

ലേഖനങ്ങൾ എല്ലാ മാസവും പത്താം തീയതിക്ക് മുൻപ് ലഭിക്കത്തക്കവിധം അയയ്ക്കുക.

വിലാസം :
എഡിറ്റർ,
ശാസ്ത്രഗതി മാസിക,
പരിഷദ് ഭവൻ, കേരള ശാസ്ത്രസാഹിത്യ പരിഷത്ത്
കുതിരവട്ടം ലെയ്ൻ,
തിരുവനന്തപുരം - 695001
ഫോൺ : 0471 2460256

ചിത്രങ്ങൾ ഉൾപ്പെടുന്ന പക്ഷം സി.ഡി. അയയ്ക്കുന്നതോ ഇ മെയിൽ ചെയ്യുന്നതോ അഭികാമ്യം. DTP ചെയ്തതാണ് ലേഖനമെങ്കിൽ പേജ്മേക്കറിന് പുറമെ പി.ഡി.എഫ്. വേർഷൻ കൂടി അയയ്ക്കാൻ ശ്രദ്ധിക്കുക.

ഇ മെയിൽ : sasthragathy@gmail.com

ലേഖനങ്ങളിലെ നിലപാടുകൾ മാസികയുടേതാവണമെന്നില്ല. എങ്കിലും ശാസ്ത്രഗതി ഉയർത്തിപ്പിടിക്കുന്ന ശാസ്ത്രത്തിന്റെ സമീപനത്തോട് അനുഭാവാത്മകമോ സംവാദാത്മകമോ ആകുന്നത് നന്ന്.

ഒറ്റപ്രതി വില: രൂപ 22.00 വാർഷിക വരിസംഖ്യ: രൂപ 200-00
മണി ഓർഡർ അയയ്ക്കേണ്ട വിലാസം:

മാനേജിങ് എഡിറ്റർ,
ശാസ്ത്രഗതി, പരിഷദ് ഭവൻ, ചാലപ്പുറം,
കോഴിക്കോട്- 673 002. ഫോൺ : 0495-2701919, 9446381919

മണി ഓർഡർ കൂപ്പണിൽ ശരിയായ തപാൽ വിലാസം, പിൻകോഡ് സഹിതം രേഖപ്പെടുത്തുക.
ബാങ്കിൽ പണമടയ്ക്കുന്നതിന് :

1. കാനറ ബാങ്ക്-ചാലപ്പുറം(കോഴിക്കോട്)ബ്രാഞ്ച്/അക്കൗണ്ട് നമ്പർ 1144101026962 IFSകോഡ് CNRB 0001144 ബാങ്കിൽ പണമടയ്ക്കുന്നവർ, തീയതി-തുക-ഏത് ബാങ്ക്/ബ്രാഞ്ച്-അടച്ചതിന്റെ ഉദ്ദേശം എന്നിവ ഒരു കാർഡിൽ മേൽ പറഞ്ഞ വിലാസത്തിലോ, ഇ-മെയിൽ വഴി sasthragathy@gmail.com, അല്ലെങ്കിൽ ksspmagazine@gmail.com എന്ന വിലാസത്തിലോ അയയ്ക്കാൻ ശ്രദ്ധിക്കുക.

സർക്കുലേഷൻ അന്വേഷണങ്ങൾക്ക്
ഫോൺ : 0495-2701919, 9446381919
ഇ മെയിൽ : ksspmagazine@gmail.com

ഓൺലൈനായി വരിസംഖ്യ അടയ്ക്കാൻ
www.kssppublications.com സന്ദർശിക്കുക
ഡിജിറ്റൽ വായനക്കായി
www.readhwere.com, www.magzter.com
എന്നിവ സന്ദർശിക്കുക

ശാസ്ത്രഗതി

കേരള ശാസ്ത്രസാഹിത്യ പരിഷത്ത്

2022 ജൂൺ വാല്യം 56 ലക്കം 11

06 നിർമിതബുദ്ധി – ഒരാമുഖം
ഡോ. ജിജോ പി.യു.

14 ആർട്ടിഫിഷ്യൽ ന്യൂറൽ നെറ്റ്‌വർക്കുകൾ–ഒരാമുഖം
ഡോ. സി. പ്രേംശങ്കർ
ഡോ. സുനിൽ തോമസ് തോണിക്കുഴിയിൽ

19 മനുഷ്യഭാഷ യന്ത്രബുദ്ധി
കാവ്യ മനോഹർ

23 കാഴ്ചയും നിർമിത കാഴ്ചയും
കെ. സുജിത്ത്കുമാർ

30 നിർമിതബുദ്ധിയുടെ രാഷ്ട്രീയവും നൈതികതയും
ഡോ. സുനിൽതോമസ് തോണിക്കുഴിയിൽ

35 അടുത്തറിയാം ബിഗ്ഡാറ്റയും ബയോഇൻഫർമാറ്റിക്സും
സോനാ ചാൾസ്

38 എലിസബത്ത് പോർട്ടർ രചിച്ച ലിംഗധാരണകളും ബോയിലിന്റെ വാതകനിയമവും
ഡോ. ജെ. ദേവിക

42 ജ്ഞാനസമ്പദ്‌വ്യവസ്ഥയ്ക്കു വേണ്ടിയുള്ള ജ്ഞാനസമൂഹം താണ്ടാനുള്ള ദൂരം ഏറെ
അഡ്വ. കെ.പി. രവിപ്രകാശ്

47 അവനവന്റെ ഭൂപടം
ഡോ. രതീഷ്കൃഷ്ണൻ

52 പരിസ്ഥിതി വിധിന്യായങ്ങൾ/ കേരളത്തിൽ തീരദേശ പരിപാലന നിയമവുമായി ബന്ധപ്പെട്ട വിധിന്യായങ്ങൾ
അഡ്വ. നേഹ മിറിയം കുരിയൻ

55 വായനയ്ക്ക്/
എൻ.ഇ. ചിത്രസേനൻ

56 ശാസ്ത്രവാർത്ത
ഡോ. ദീപ കെ.ജി.

58 കാർട്ടൂൺ പംക്തി/ ഹരണഫലം
കെ. സതീഷ്

അടുത്തലക്കം
വാർധക്യം

തമോദ്വാരത്തെക്കുറിച്ച് അറിയേണ്ട കാര്യങ്ങൾ

ആകാശഗംഗയുടെ കേന്ദ്രത്തിലെ തമോദ്വാരത്തിന്റെ നിഴൽച്ചിത്രം ഈയിടെ Event Horizon Telescope സംഘം പ്രസിദ്ധീകരിച്ചിരുന്നു.

പ്രകാശത്തിനുപോലും രക്ഷപ്പെടാനാവാത്ത, ആകെപ്പാടെ ദുരൂഹമായ ഒരിടം. അങ്ങനെയാണ് തമോദ്വാരത്തെക്കുറിച്ച് പൊതുധാരണ. ഈ ധാരണയിൽ തെറ്റൊന്നുമില്ല. പക്ഷേ, മറ്റു ചില തെറ്റിദ്ധാരണകളും ഇതോടൊപ്പമുണ്ട്. എന്തിനെയും വിഴുങ്ങുന്ന, അതിഭീമാകാരമായ വലുപ്പമുള്ള ഒന്നാണ് തമോദ്വാരമെന്നത്. ഇത് പക്ഷേ, പൂർണ്ണമായും സത്യമല്ല. തമോദ്വാരത്തെക്കുറിച്ച് അറിയേണ്ട കാര്യങ്ങൾ...

https://luca.co.in/wp-content/uploads/2022/05/BLACKHOLE1-1.pdf

മുഖക്കുറിപ്പ്

ജൂൺ 2022

യന്ത്രനൈതികത സാധ്യമോ?

സുനാമി ആഞ്ഞടിച്ച 2004 ഡിസംബർ 26, ജില്യൻ സീർലെ എന്ന അമ്മ അസാധാരണമായ ഒരു തിരഞ്ഞെടുപ്പ് നടത്തേണ്ടിവന്ന ദിവസം കൂടിയാണ്. ആസ്ട്രേലിയക്കാരിയായ അവർ ഭർത്താവും രണ്ട് ആൺമക്കളുമൊരുമിച്ച് തായ്‌ലൻഡിലെ ഫുക്കെറ്റ് എന്ന ദ്വീപിൽ വിനോദത്തിനു വന്നതായിരുന്നു. മക്കളോടൊപ്പം – അഞ്ചു വയസ്സായ ലോക്കിയും ഒരു വയസ്സുകാരൻ ബ്ലെയ്ക്കും– ബീച്ചിൽ ഇറങ്ങിയ നേരത്താണ് സുനാമി വന്നത്. രണ്ടു പേരെയും ചേർത്തുപിടിക്കാൻ ആ അമ്മ ശ്രമിച്ചെങ്കിലും ഒരാളെ കൈവിട്ടാലേ രക്ഷപ്പെടാനാവുകയുള്ളൂ എന്നവർ പെട്ടെന്നു തിരിച്ചറിഞ്ഞു. പ്രായം അല്പം കൂടുതലുള്ളതിനാൽ ലോക്കിക്കു രക്ഷപെടാനുള്ള സാധ്യത ഇളയ ബ്ലെയ്ക്കിനെക്കാൾ കൂടുതലാണെന്നു വിലയിരുത്തി ആ അമ്മ ലോക്കിയെ കൈവിടാൻ തീരുമാനിക്കുകയായിരുന്നു. അവരുടെ വാക്കുകളിൽ 'ജീവിതകാലം മുഴുവൻ കുറ്റബോധത്താൽ വേട്ടയാടപ്പെടാനിട'യുള്ള തീരുമാനം.

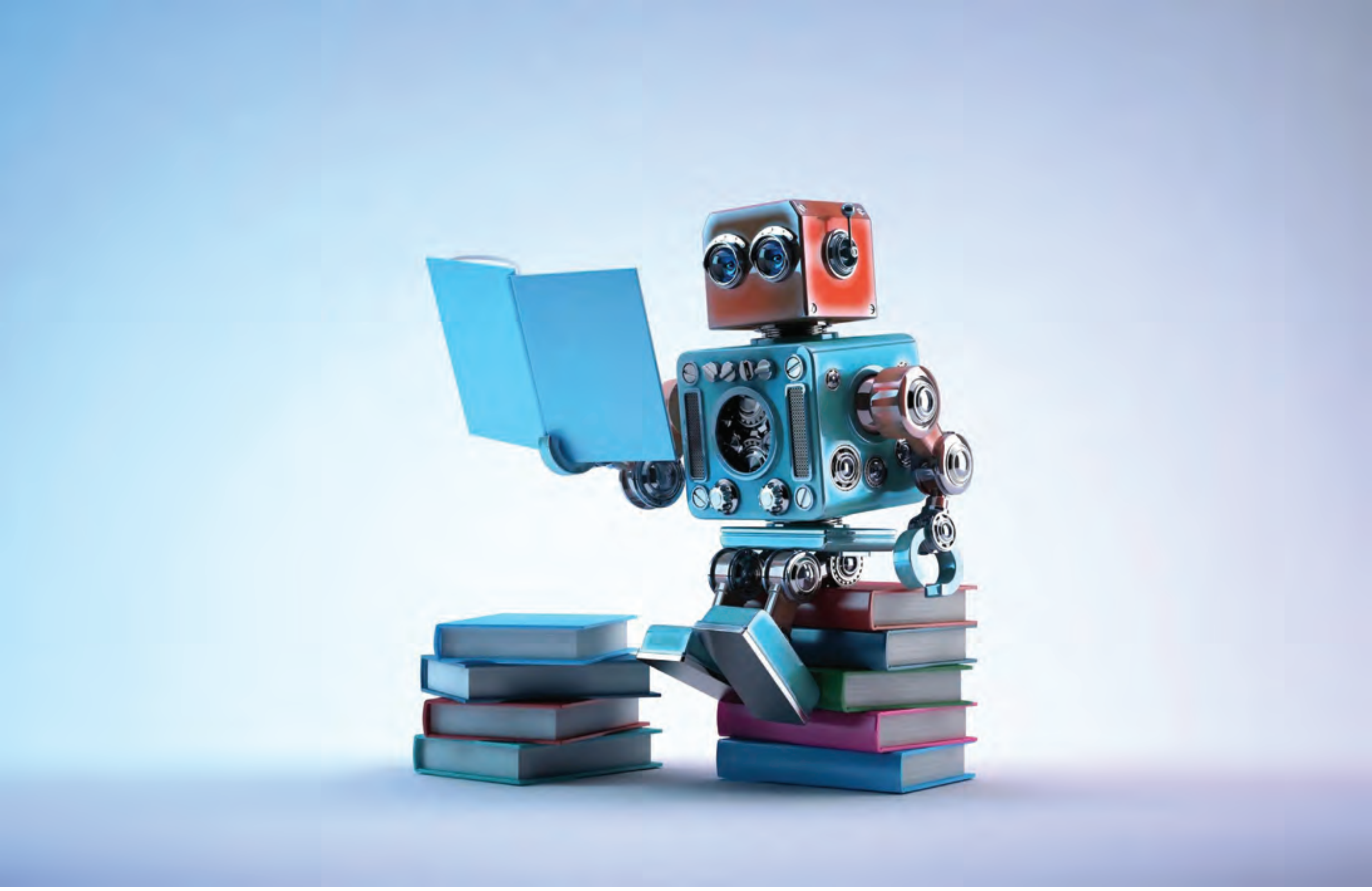
നൈതികമായ തീരുമാനങ്ങൾ വിഷമവൃത്തത്തിലാക്കുന്ന ജീവിയാണ് മനുഷ്യൻ. ജിലിയന്റെ അവസ്ഥയിലല്ലെങ്കിലും നിത്യജീവിതത്തിൽ നമ്മൾ കൈക്കൊള്ളുന്ന പലതീരുമാനങ്ങളും ഇത്തരത്തിലുള്ളവയാണ്. അടുത്ത സുഹൃത്തിന്റെ ചെറിയ അഴിമതി ശ്രദ്ധയിൽപ്പെടുമ്പോഴോ വളരെ അടുപ്പമുള്ള സുഹൃത്തുക്കളായ ഭാര്യാഭർത്താക്കന്മാരിൽ ഒരാൾ മറ്റെയാളോട് അവിശ്വസ്തത കാണിക്കുന്നു എന്നു കാണേണ്ടിവരുമ്പോഴോ ഒക്കെ ഇടപെടാനോ ഇടപെടാതിരിക്കാനോ തീരുമാനമെടുക്കേണ്ടി വരും. മഹാഭാരതത്തിലെ യക്ഷപർവത്തിൽ മരിച്ചുകിടക്കുന്ന നാലു സഹോദരന്മാരിൽനിന്നും ഒരാളെമാത്രം ജീവിപ്പിച്ചുതരാം, അതാരെ വേണമെന്ന യക്ഷന്റെ ചോദ്യം ധർമപുത്രരെ വിഷമിപ്പിക്കുന്നുണ്ട്. ഇതിനേക്കാളൊക്കെ കുഴപ്പംപിടിച്ച ഒരു നൈതികപ്രശ്നമാണ് തത്വചിന്തകരായ ജൂഡിത്ത് തോംസണും ഫിലിപ്പ് ഫൂട്ടും ചേർന്ന് മുന്നോട്ടുവച്ച പ്രശസ്തമായ ട്രോളി പ്രോബ്ലം. ട്രെയിൻ വരുന്ന റെയിൽവേ ട്രാക്കിൽ അശ്രദ്ധമായി കളിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന അഞ്ചു കുട്ടികളെ രക്ഷിക്കാനായി ഉപയോഗത്തിലില്ലാത്ത മറ്റൊരു ട്രാക്കിൽ നിഷ്കളങ്കമായി കളിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഒരു കുട്ടിയുടെ നേർക്ക് ട്രെയിനിന്റെ ഗതി മാറ്റണോ എന്ന പ്രശ്നമാണത്. നിങ്ങൾ ഏതു തിരഞ്ഞെടുക്കും എന്നതാണ് പ്രശ്നത്തിന്റെ കാതൽ. തെറ്റു ചെയ്ത അഞ്ചു കുട്ടികൾ ശിക്ഷ ഏറ്റുവാങ്ങണോ അതോ തന്റേതല്ലാത്ത തെറ്റിന്റെ പേരിൽ ഒരു നിരപരാധി ശിക്ഷിക്കപ്പെടണോ എന്നു തീരുമനമെടുക്കേണ്ടിവരുന്നു എന്നതാണ് ഇതിലടങ്ങിയ നൈതിക വിഷയം.

വ്യക്തിപരമായി വൈകാരിക സംഘർഷങ്ങളിലേക്കു നയിക്കുന്ന മേൽപ്പറഞ്ഞ നൈതിക പ്രശ്നങ്ങൾ ഒരു സാമൂഹിക വിഷയമാകുന്നതും ഗൗരവമേറിയ പരിശോധന വേണ്ടിവരുന്നതും മനുഷ്യർ അവരുടെ ബുദ്ധിയെ യന്ത്രങ്ങളിൽ നിർമിക്കുന്ന ആർട്ടിഫിഷ്യൽ ഇന്റലിജൻസിന്റെ ആരംഭത്തോടെയാണ്. മനുഷ്യബുദ്ധിയെ അഥവാ മസ്തിഷ്ക പ്രവർത്തനങ്ങളെ അനുകരിച്ചുമാത്രമേ മറ്റൊരു ബുദ്ധിയെ ഉണ്ടാക്കിയെടുക്കാൻ തൽക്കാലം മനുഷ്യനു കഴിയൂ. കലാകാലങ്ങളിലെ ധാർമികതയും നൈതികതയും മനുഷ്യബുദ്ധിയുടെ അവിഭാജ്യ ഘടകങ്ങളാണ്. അതുകൊണ്ടുതന്നെ മനുഷ്യന്റെ നൈതിക സമസ്യകൾ നിർമിതബുദ്ധി എങ്ങനെ കൈകാര്യം ചെയ്യുന്നു എന്നത് ഒരു സാമൂഹികവിഷയമായി മാറുന്നു.

ഉദാഹരണത്തിന്, ഡ്രൈവറില്ലാതെ നിർമിതബുദ്ധി ഉപയോഗിച്ച് ഓടുന്ന വാഹനങ്ങൾ നിരത്തിലെ ഒരു ജീവൻ അപകടത്തിലാവുന്ന സന്ദിഗ്ദ്ധഘട്ടങ്ങളിൽ എങ്ങനെയാണ് പ്രതികരിക്കുക? ഒരു കുട്ടിയെ രക്ഷിക്കാനുള്ള ശ്രമത്തിനിടയിൽ നിയന്ത്രണംവിട്ട് പലരുടെ ജീവന് ഹാനി വരുത്തിവച്ച മനുഷ്യനോടിക്കുന്ന വാഹനത്തെപ്പോലെയാകുമോ അത്? ഏതു 'ജീവൻ' തിരഞ്ഞെടുക്കാനാണ് കാറിന്റെ നിർമിതബുദ്ധിയുടെ അൽഗോരിതം ഉണ്ടാക്കേണ്ടത്; റോഡിലെ യാത്രക്കാരെയോ അതോ വാഹനയാത്രക്കാരെയോ? വാഹനയാത്രക്കാർക്ക് സുരക്ഷ നൽകാത്ത ഒരു വാഹനം വാങ്ങുന്നത് ആത്മഹത്യാപരമായിരിക്കും എന്നതുപോലെതന്നെയാണ് വഴിയാത്രക്കാർക്ക് അപകടമുണ്ടാക്കാൻ പ്രോഗ്രാം ചെയ്തിരിക്കുന്ന ഒരു വാഹനം നിരത്തിലോടാൻ അനുവദിക്കുന്നതും.

ഡാൻ ബ്രൗണിന്റെ 'ഒറിജിൻ' എന്ന നോവലിൽ വിൻസ്റ്റൺ എന്ന ആർട്ടിഫിഷ്യൽ ഇന്റലിജൻസ് സെർവർ ഒരു കഥാപാത്രമാണ്. മനുഷികമായ എല്ലാ ശേഷികളും ഉണ്ടെന്നു പറയാവുന്ന ഒരു നിർമിതബുദ്ധി. തന്റെ സൃഷ്ടാവിന്റെ ആഗ്രഹമനുസരിച്ച് അദ്ദേഹം കണ്ടെത്തിയ പരമമായ അറിവ് ലോകമെങ്ങുമുള്ള കോടിക്കണക്കിനു ജനങ്ങളിലെത്തിക്കാൻ വിൻസ്റ്റൺ വഴികണ്ടെത്തുന്നത് പ്രഖ്യാപനം നടത്താൻ നിൽക്കുന്ന വേദിയിൽ അദ്ദേഹത്തിന്റെ കൊലപാതകം ആസൂത്രണം ചെയ്താണ്. ഗുരുതരമായ അസുഖബാധിതനായി അല്ലെങ്കിലും, മാസങ്ങൾക്കകം മരിക്കുമായിരുന്ന അദ്ദേഹത്തിന്റെ മരണത്തെക്കൂടി വിൻസ്റ്റൺ അങ്ങനെ പരമാവധി പ്രയോജനപ്പെടുത്തുകയായിരുന്നു!

നൈതിക വിഷയങ്ങളിൽ മനുഷ്യർ തീരുമാനങ്ങളെടുക്കുന്നത് മുൻകൂട്ടിയല്ല, മറിച്ച് അതതു സന്ദർഭത്തിൽ പ്രസക്തമാകുന്ന നിരവധി ആത്മനിഷ്ഠവും ബാഹ്യവുമായ ഘടകങ്ങളെ പരിഗണിച്ചായിരിക്കും. ചരിത്രവും സംസ്കാരവും രാഷ്ട്രീയവും സമൂഹവും പരിസരവും എന്നപോലെ വ്യക്തിയുടെ യുക്തിയും ശാസ്ത്രബോധവും അറിവും കൂടാതെ വികാരങ്ങളും മൂല്യങ്ങളും മാനസികാവസ്ഥയും ഒക്കെ തീരുമാനത്തെ സ്വാധീനിക്കും. മാനുഷികമെന്നു വിളിക്കുന്ന ഈ ദുർബലതയാണ് മറ്റൊരർഥത്തിൽ ഒരു ശേഷിയായി മാറുന്നത്. അതിനാൽ, നമ്മുടെ ബുദ്ധിയിൽനിന്നുതന്നെ ഉത്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്ന നിലവിലെ യന്ത്രങ്ങൾക്ക് ഈ പ്രതിസന്ധി മറികടക്കാൻ ഇപ്പോഴുള്ള പരിമിതികൾ, ഭാവിയിലെ സാങ്കേതിക വികസനമുണ്ടാക്കുന്ന പുതിയ നൈതികതയിൽ ഉണ്ടാകില്ല എന്നു പ്രതീക്ഷിക്കാം.



നിർമിതബുദ്ധി
ഒരാമുഖം

ഡോ. ജിജോ പി.യു.

- നിർമിതബുദ്ധിയുടെ വിവിധ മേഖലകളും വിഭാഗങ്ങളും ചരിത്രവും അവതരിപ്പിക്കുന്നു.
- പൂർണമായും മനുഷ്യ തുല്യമായ സവിശേഷതകൾ നേടിയ ഒരു യന്ത്രത്തെ എങ്ങനെ മനസ്സിലാക്കാൻ നിർദേശിക്കപ്പെട്ട ടൂറിങ് ടെസ്റ്റ് വിശദീകരിക്കുന്നു.
- ഈ സാങ്കേതികവിദ്യയ്ക്ക് ഉണ്ടായ തളർച്ചയും മുന്നേറ്റങ്ങളും ചർച്ച ചെയ്യുന്നു. ഭാവിയിലുണ്ടാകേണ്ട കരുതലുകൾ അവതരിപ്പിക്കുന്നു.

അനവധി നിർവചനങ്ങൾ ലഭ്യമാണെങ്കിലും, പൊതുവേ ആർട്ടിഫിഷ്യൽ ഇന്റലിജൻസ് (എഐ) അഥവാ നിർമിതബുദ്ധി എന്നത് സൂചിപ്പിക്കുന്നത് മനുഷ്യരിലും മൃഗങ്ങളിലും പ്രകടമായ ധൈഷണിക സാമർഥ്യം കൈവരിക്കാനായി കമ്പ്യൂട്ടറുകളെ പ്രോഗ്രാം ചെയ്യുന്ന രീതികളെയാണ്. ഇതുവഴി കമ്പ്യൂട്ടറുകളും, അവ ബുദ്ധി കേന്ദ്രമായി പ്രവർത്തിക്കുന്ന യന്ത്രങ്ങളും നിർവഹിക്കുന്ന ജോലികളിൽ മനുഷ്യതുല്യമോ ചിലപ്പോൾ അതിനേക്കാളും മികച്ചതോ ആയ സാമർഥ്യം കൈവരിക്കുന്നു. കമ്പ്യൂട്ടർ, സ്മാർട്ട് ഫോൺ എന്നിവയിൽ മാത്രം നിർമിതബുദ്ധി സേവനങ്ങൾ ഒതുങ്ങി നിൽക്കുന്നില്ല. കാർ സ്റ്റീരിയോ, ടെലിവിഷൻ, ഹോം സ്റ്റീരിയോ, ഫ്രിഡ്ജ്, വാഷിങ് മഷീൻ, എന്നിങ്ങനെ ഡിജിറ്റൽ സാങ്കേതികവിദ്യ ലഭ്യമായ ഏത് ഉപകരണവും ഇന്ന് നിർമിതബുദ്ധി അൽഗോരിതങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ച് പ്രവർത്തിക്കുന്നു. ഇത്തരം ഉപകരണങ്ങളെ ചേർത്ത് ഇന്റർനെറ്റ് ഓഫ് തിങ്സ് (Internet of Things) എന്ന സാങ്കേതികവിദ്യ ലോകത്തെ കൂടുതൽ സ്മാർട്ടാക്കുന്ന ഒരു കാലത്ത് കൂടിയാണ് നമ്മൾ കടന്നുപോകുന്നത്. കമ്പ്യൂട്ടറുകൾ മാത്രം ഇന്റർനെറ്റിലുണ്ടായിരുന്ന കാലത്തുനിന്ന് എല്ലാ ഉപകരണങ്ങളും ഡിജിറ്റലായി, ഇന്റർനെറ്റിൽ വരുന്ന ഒരു കാലത്തിലേക്ക് ലോകം നീങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നു.

നിർമിതബുദ്ധിയിലെ ഏറ്റവും പ്രാധാന്യമർഹിക്കുന്ന വിഭാഗമാണ് സ്വയം പഠിച്ച് പ്രവർത്തിക്കുന്ന യന്ത്രങ്ങളുടെ പഠന ശാഖയായ മെഷീൻ ലേണിങ് (Machine Learning). അതിൽ തന്നെ പ്രാമുഖ്യം അർഹിക്കുന്ന ഒന്നാണ് മനുഷ്യബുദ്ധിയെ അനുകരിച്ച് പ്രവർത്തിക്കുന്ന ഡീപ് ലേ

ണിങ് (Deep Learning) എന്ന ശാഖ. ഇവയെല്ലാം ചേർന്ന് പ്രവർത്തിക്കുന്ന റോബോട്ടിക്സ്, സ്വയം ഓടുന്ന വാഹനങ്ങൾ (Self-driving vehicles), സ്വയം പ്രവർത്തിക്കുന്ന വാഹനങ്ങൾ (Autonomous vehicles), ബിഗ് ഡാറ്റ അനലിറ്റിക്സ് (Big Data Analytics), യന്ത്രങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ചുള്ള ഭാഷാ കമ്പ്യൂട്ടിങ് (Language Computing) എന്നിവയൊക്കെ ഇന്ന് ലോകത്ത് വളരെയധികം ചർച്ച നടക്കുന്ന വിഷയങ്ങളാണ്. ചുരുക്കത്തിൽ ലോകത്ത് ഇന്ന് ചർച്ചാവിഷയങ്ങളായ സാങ്കേതിക വിദ്യകളുടെയെല്ലാം മർമസ്ഥാനത്ത് നിർമിത ബുദ്ധി പ്രവർത്തിക്കുന്നു.

നിർമിതബുദ്ധിയെന്ന് പറയുമ്പോൾ അതിന്റെ കൽപ്പിത ഭാവമാണ് എല്ലാവരുടെയും മനസ്സിൽ ഓടിയെത്താൻ സാധ്യത. ഇത്തരം സങ്കൽപ്പങ്ങൾ തേടി നമുക്ക് ചരിത്രത്തിൽ എത്ര പിന്നോട്ട് വേണമെങ്കിലും പോകാമെങ്കിലും, ലോകത്തിന് എഐ എന്ന വാക്ക് സുപരിചതമായത് 1956-ന് ശേഷമാണ്. കമ്പ്യൂട്ടറുകൾക്ക് സവിശേഷ ബുദ്ധി നൽകാനുള്ള ആദ്യകാല ഉദ്യമങ്ങളൊക്കെ സ്വയം പ്രേരിത വിചിന്തനം (automated reasoning) സാധ്യമാക്കുന്ന പ്രോഗ്രാമുകളായിരുന്നു. ഗണിത സിദ്ധാന്തങ്ങളും തെരച്ചിലും (search) അടിസ്ഥാനമാക്കി പ്രവർത്തിക്കുന്ന അൽഗോരിതങ്ങളുടെ ഗണങ്ങളടങ്ങിയ പ്രോഗ്രാമുകൾ ഇതിന്റെ തുടർച്ചയായി വന്നു. ചെക്കേഴ്സ്, ചെസ്സ് എന്നിങ്ങനെയുള്ള ബോർഡ് ഗെയിമുകളിൽ എതിരാളികളെ തോൽപ്പിക്കാൻ ശേഷിയുള്ള കമ്പ്യൂട്ടർ പ്രോഗ്രാമുകൾ ഇങ്ങനെ ആവിഷ്കരിക്കപ്പെട്ടു. ഇതിനാവശ്യമുള്ള കഴിവുകൾ അടങ്ങിയ യുക്തി (logic) നേടാനായി ഗവേഷകർ അതാത് മേഖലകളിലെ വിദഗ്ദരെ അനുകരിച്ചു. ഇതിൽ നിന്ന് ഒരു കാര്യം വ്യക്തമായി – മനുഷ്യർ തീരുമാനങ്ങളെടുക്കുന്നത് ഒരു അനിശ്ചിതത്വത്തിൽ (uncertainty) നിന്ന് കൊണ്ടാണ്. അതായത്, സാധാരണ കമ്പ്യൂട്ടർ പ്രോഗ്രാമിൽ ചെയ്യുന്ന യുക്തി നിയമങ്ങൾ കൊണ്ട് മാത്രം കാര്യം നടക്കില്ല. അങ്ങനെ പ്രോബബിലിറ്റി സിദ്ധാന്തത്തിലധിഷ്ഠിതമായ (probability theory) മാതൃകകൾ ഇതിൽ പരീക്ഷിക്കാൻ തുടങ്ങി.

ഇരുപതാം നൂറ്റാണ്ടിൽ ഡിജിറ്റൽ കമ്പ്യൂട്ടർ രൂപകൽപ്പന ചെയ്ത കാലത്തോ അതിനു മുന്നെ തന്നെയോ മനുഷ്യ സമാന ശേഷിയുള്ള യന്ത്രങ്ങളുടെ കൽപ്പനയും, അവയുടെ കഴിവുകളെ സംബന്ധിച്ച സിദ്ധാന്തങ്ങളുമൊക്കെ ആവിഷ്കരിക്കപ്പെട്ടിരുന്നു. എന്നാൽ, അറുപത് വർഷങ്ങളോളം കഴിഞ്ഞാണ് അത് സാക്ഷാത്ക്കരിക്കാൻ തക്ക ശേഷിയുള്ള കമ്പ്യൂട്ടറുകൾ നമുക്കുണ്ടായത്. കൂടാതെ, നിർമിതബുദ്ധിയുടെ ലക്ഷ്യവും മാർഗവും തമ്മിലുള്ള പൊരുത്തക്കേട് തീരാനും വളരെക്കാലം കാത്തിരിക്കേണ്ടി വന്നു. ബുദ്ധിയോടെ ചിന്തിച്ച് പ്രവർത്തിക്കുന്ന യന്ത്രങ്ങൾ നിർമിക്കണമെങ്കിൽ മനുഷ്യന്റെയും മറ്റ് ജീവികളുടേയും ബുദ്ധിയും അതുപയോഗിച്ചുള്ള പ്രവർത്തനങ്ങളും വളരെ ഗഹനമായി മനസ്സിലാക്കേണ്ടതുണ്ട്. ബുദ്ധിയെന്നത് ആന്തരികവും ബാഹ്യവും സാമൂഹികവുമായ നിരവധി പ്രവർത്തനങ്ങളും പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങളുമടങ്ങിയ ഒരു സങ്കീർണ പ്രക്രിയയായതിനാൽ ഇത് മനസ്സിലാക്കുവാൻ മനുഷ്യരാശി വളരെയേറെ സമയമെടുത്തു. സ്വയം പ്രവർത്തിക്കുന്ന നിരവധി യന്ത്രങ്ങൾ മനുഷ്യരുടെ ഭാവനയിലുണ്ടായെങ്കിലും, അതിനൊപ്പം ബുദ്ധി കൂടി സമ്മേളിച്ച യന്ത്രമെന്ന സ്ഥാനം കൈയടക്കിയത് ഡിജിറ്റൽ കമ്പ്യൂട്ടറായിരുന്നു. ഈ സാങ്കേതികവിദ്യ മനസ്സിലാക്കാൻ ഇതിന്റെ ഹ്രസ്വചരിത്രം ഒന്ന് മനസ്സിലാക്കുന്നത് നന്നായിരിക്കും.

> നിർമിതബുദ്ധിയിലെ ഏറ്റവും പ്രാധാന്യമർഹിക്കുന്ന വിഭാഗമാണ് സ്വയം പഠിച്ച് പ്രവർത്തിക്കുന്ന യന്ത്രങ്ങളുടെ പഠന ശാഖയായ മെഷീൻ ലേണിങ്. അതിൽ തന്നെ പ്രാമുഖ്യം അർഹിക്കുന്ന ഒന്നാണ് മനുഷ്യബുദ്ധിയെ അനുകരിച്ച് പ്രവർത്തിക്കുന്ന ഡീപ് ലേണിങ് എന്ന ശാഖ. ഇവയെല്ലാം ചേർന്ന് പ്രവർത്തിക്കുന്ന റോബോട്ടിക്സ്, സ്വയം ഓടുന്ന വാഹനങ്ങൾ, സ്വയം പ്രവർത്തിക്കുന്ന വാഹനങ്ങൾ, ബിഗ് ഡാറ്റ അനലിറ്റിക്സ്, യന്ത്രങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ചുള്ള ഭാഷാ കമ്പ്യൂട്ടിങ് എന്നിവയൊക്കെ ഇന്ന് ലോകത്ത് വളരെയധികം ചർച്ച നടക്കുന്ന വിഷയങ്ങളാണ്. ചുരുക്കത്തിൽ ലോകത്ത് ഇന്ന് ചർച്ചാവിഷയങ്ങളായ സാങ്കേതിക വിദ്യകളുടെയെല്ലാം മർമസ്ഥാനത്ത് നിർമിതബുദ്ധി പ്രവർത്തിക്കുന്നു.

തുടക്കം

1943-ൽ വാറൻ മക്കല്ലോക്, വാൾട്ടർ പിറ്റ്സ് എന്നീ ഗവേഷകർ ടൂറിങ്ങിന്റെ കമ്പ്യൂട്ടർ നിർമിതിയെ മനുഷ്യ മസ്തിഷ്ക്കത്തിന്റെ ശരീരശാസ്ത്രവും യുക്തിയുടെ (logic) ഗണിതവുമായി ചേർത്ത് നടത്തിയ പഠനമാണ് നിർമിതബുദ്ധി മേഖലയിലെ ആദ്യത്തേതായി കണക്കാക്കുന്നത്. ന്യൂറോണുകളുടെ ശൃംഖലകളുടെ മാതൃകകൾ ഉപയോഗിച്ച് അവ എങ്ങനെയാണ് നമ്മൾ അറിവ് ആർജിക്കുന്നതെന്ന് അവർ തെളിയിച്ചു. ഡൊണാൾഡ് ഹെബ്ബ് 1949-ൽ ന്യൂറോണുകൾ തമ്മിലുള്ള ബന്ധം എങ്ങനെയാണ് ശക്തിയാർജിച്ച് അറിവ് ബലപ്പെടുകയെന്നുള്ള പഠനവും ഇത് സംബന്ധിച്ച നിയമവും ആവിഷ്കരിച്ചു. ഹെബ്ബിയൻ ലേണിങ് റൂൾ എന്നറിയപ്പെടുന്ന ഈ തത്വം ഇന്നും പ്രസക്തമാണ്. ന്യൂറൽ നെറ്റ്‌വർക്കുകൾ ഉപയോഗിച്ചുള്ള ആദ്യത്തെ കമ്പ്യൂട്ടർ സൃഷ്ടിച്ചത് 1950-ൽ ഹാർവാർഡ് സർവകലാശാലയിലെ രണ്ട് ബിരുദ വിദ്യാർഥികളാണ്-മാർവിൻ മിൻസ്കിയും ഡീൻ എഡ്മണ്ട്സും. ഏതാണ്ട് 3000 വാക്വം ട്യൂബുകൾ ഉപയോഗിച്ച് സൃഷ്ടിച്ച സ്നാർക് (SNARC) എന്ന ഈ കമ്പ്യൂട്ടർ ഉപയോഗിച്ച് 40 ന്യൂറോണുകളുടെ ഒരു ശൃംഖല അവർക്ക് മോഡൽ ചെയ്യാ

ൻ കഴിഞ്ഞു. അലൻ ടൂറിങ് വിഭാവനം ചെയ്ത യൂണിവേഴ്സൽ കമ്പ്യൂട്ടിങ് മഷീൻ ന്യൂറൽ നെറ്റ്‌വർക്ക് ഉപയോഗിച്ച് നിർമിക്കാമെന്നതായിരുന്നു മിൻസ്കിയുടെ പ്രിൻസ്ടൺ സർവകലാശാലയിലെ ഗവേഷണ പഠനം. ഇവയ്ക്കെല്ലാം ഉപരിയായിരുന്നു കമ്പ്യൂട്ടർ സയൻസിന്റെ പിതാവെന്ന് വിശേഷിപ്പിക്കുന്ന അലൻ ടൂറിങ്ങിന്റെ പ്രതിവാര പ്രഭാഷണങ്ങൾ. 1947 മുതൽ ലണ്ടൻ മാത്തമാറ്റിക്സ് സൊസൈറ്റിയിലും മറ്റും നടത്തിയ പ്രഭാഷണങ്ങളും, പ്രസിദ്ധീകരണങ്ങളും വഴി നിർമിതബുദ്ധിയെന്ന ശാഖയ്ക്ക് അദ്ദേഹം അടിത്തറ പാകി. നിർമിതബുദ്ധിയും മനുഷ്യബുദ്ധിയും തമ്മിൽ തുലനം ചെയ്യാൻ സഹായിക്കുന്ന ടൂറിങ് ടെസ്റ്റ്, നിർമിതബുദ്ധിയുടെ പ്രധാന മേഖലയായി ഉരുത്തിരിഞ്ഞ മെഷീൻ ലേണിങ്, ജനറ്റിക് അൽഗോരിതങ്ങൾ ഇവയൊക്കെ അലൻ ടൂറിങ് നിർവചിച്ചു.

പൂർണമായും മനുഷ്യ തുല്യമായ സവിശേഷതകൾ നേടിയ ഒരു യന്ത്രത്തെ എങ്ങനെ മനസ്സിലാക്കാം എന്നതാണ് ടൂറിങ് ടെസ്റ്റ് പറയുന്നത്. ഇക്കാര്യത്തിൽ പല ടെസ്റ്റുകൾ നിലവിലുണ്ടെങ്കിലും പൊതുവേ വാർത്താപ്രാധാന്യം നേടിയത് 1950-ൽ അവതരിപ്പിച്ച ടൂറിങ് ടെസ്റ്റ് ആണ്. നമ്മളും ഒരു യന്ത്രവും ഒരു മറയുടെ അപ്പുറവും ഇപ്പുറവും നിൽക്കുന്നെന്ന് സങ്കൽപ്പിക്കുക. നമ്മുടെ ചോദ്യങ്ങൾ യന്ത്രം മറുപടി നൽകുന്നു. സംസാരിക്കുന്നത് ഒരു യഥാർഥ മനുഷ്യനാണോ അതോ യന്ത്രമാണോ എന്ന് നമുക്ക് തിരിച്ചറിയാൻ പറ്റുന്നില്ലെങ്കിൽ ആ യന്ത്രം ടൂറിങ് ടെസ്റ്റ് പാസ്സായതായി നമുക്ക് കരുതാം. അതായത്, മനുഷ്യ സമാനമായ യന്ത്രം നിർമിക്കാനുള്ള പ്രാപ്തി ലോകം കൈവരിച്ചെന്ന് കരുതാം. എന്നാൽ, നാളിത് വരെ അത് സാധിച്ചിട്ടില്ലെന്ന് മാത്രമല്ല, അതിനുള്ള സാധ്യത വിദൂര ഭാവിയിലുണ്ടാകുമെന്നും ആരും കരുതുന്നില്ല. ടൂറിങ് ടെസ്റ്റ് പാസ്സാകണമെങ്കിൽ ഒരു യന്ത്രത്തിന് താഴെപ്പറയുന്ന സവിശേഷതകൾ അനിവാര്യമാണെന്ന് കാണാം:

- നമ്മളോട് സംവേദിക്കാൻ നമ്മുടെ സംസാര ഭാഷ തിരിച്ചറിയാനുള്ള കഴിവ് (Natural Language Processing).
- ലഭ്യമായ വിവരങ്ങൾ അറിവുകളായി സൂക്ഷിക്കാനുള്ള കഴിവ് (Knowledge Representation).
- സ്വയം ചിന്തിക്കാനും, സൂക്ഷിച്ച് വച്ചിട്ടുള്ള വിവരങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ച് ചോദ്യങ്ങൾക്ക് യുക്തമായ മറുപടി നൽകാനുമുള്ള കഴിവ് (Automated Reasoning Ability).
- പുതിയ സാഹചര്യങ്ങളുമായി പൊരുത്തപ്പെടാനും പുതിയ അറിവുകളിൽനിന്ന് സ്വയം അറിവുകൾ നേടാനുമുള്ള കഴിവ് (Machine Learning).
- വസ്തുക്കളെ കാണാനും തിരിച്ചറിയാനുമുള്ള കാഴ്ച ശക്തി (Computer Vision).
- വസ്തുക്കളെ നീക്കാനും കൈകാര്യം ചെയ്യാനുമുള്ള കഴിവ് (Robotics).

ടൂറിങ്ങിന്റെ ഏറ്റവും വലിയ സംഭാവന കമ്പ്യൂട്ടറുകൾക്ക് പ്രജ്ഞ (Consciounsess) ഉണ്ടാവുന്നതെങ്ങനെയെന്ന പ്രഹേളികയ്ക്ക് ഉത്തരം നൽകിയെന്നതാണ്. എല്ലാ ഗണിത പ്രശ്നങ്ങൾക്കും പരിഹാരമില്ലെന്ന ഗോഡലിന്റെ സിദ്ധാന്തത്തിന്റെ ചുവടുപിടിച്ച് ടൂറിങ് അവിഷ്കരിച്ച ടൂറിങ് മഷീൻ ബൗദ്ധിക സ്വഭാവം (Intelligent Behvaiour) ആണ് കമ്പ്യൂട്ടറുകൾക്കുള്ളത് അല്ലാതെ, പ്രജ്ഞയല്ല എന്ന് സ്ഥാപിച്ചു. ഇതോടെ കണക്കാക്കാൻ പറ്റുന്നവയെല്ലാം കണക്കാക്കുന്ന യന്ത്രമായി ആധുനിക കമ്പ്യൂട്ടർ അവതരിച്ചു. പ്രജ്ഞ എന്താണെന്ന് ഇന്നും ആർക്കും പൂർണമായി മനസ്സിലാകാത്തതിനാൽ ആ വഴിക്ക് അലഞ്ഞ് പ്രജ്ഞയുള്ള യന്ത്രങ്ങൾ നിർമിക്കാനുള്ള ഉദ്യമത്തിൽ സമയം പാഴാക്കാതിരിക്കാൻ ടൂറിങ്ങിന്റെ നിർവചനം ശാസ്ത്രലോകത്തെ സഹായിച്ചു. എങ്കിലും കമ്പ്യൂട്ടറിൽ ബുദ്ധി സന്നിവേശിപ്പിക്കുന്നത് അത്ര എളുപ്പമായിരുന്നില്ല. നിർമിതബുദ്ധി എന്ന വാക്ക് തന്നെ ലോകം കേൾക്കുന്നത് 1955-ന് ശേഷമാണ്.

1956-ലെ ഡാർട്ട്മൗത് ശിൽപ്പശാല

അമേരിക്കയിലെ ഡാർട്ട്മൗത് കോളേജിലെ (Dartmouth College) അധ്യാപകനായിരുന്നു പ്രിൻസ്ടൺ സർവകലാശാലയിൽ നിന്ന് 1951-ൽ ഗവേഷണ ബിരുദം നേടിയ ജോൺ മക്കാർത്തി. ന്യൂറൽ ശൃംഖലകൾ, മനുഷ്യബുദ്ധി മേഖലകളിലെ ഗവേഷകരെ ഒന്നിച്ച് കൊണ്ടുവരാനായി മക്കാർത്തി ഡാർട്ട്മൗത് കോളേജിൽ രണ്ട് മാസം നീണ്ട് നിൽക്കുന്ന ഒരു വേനൽക്കാല ശിൽപ്പശാല സംഘടിപ്പിച്ചു. 1956-ൽ നടത്തിയ ഈ ശിൽപ്പ

ശാലയിൽ അമേരിക്കയിലുള്ള വിദഗ്ധരെ ഒന്നിപ്പിക്കാൻ മക്കാർത്തിയെ സഹായിച്ചവർ മറ്റാരുമല്ല, ക്ലോദ് ഷാനൻ (Claude Shannon), മാർവിൻ മിൻസ്കി (Marvin Minsky), നഥാനിയൽ റോച്ചസ്റ്റർ (Nathaniel Rochester) എന്നീ അതി പ്രഗൽഭരായിരുന്നു. ഈ ശിൽപ്പശാലയിലാണ് ആദ്യമായി ആർട്ടിഫിഷ്യൽ ഇന്റലിജൻസ് എന്ന വാക്ക് ആദ്യമായി വ്യക്തതയോടെ ഉപയോഗിക്കുന്നതെന്നതിനാൽ ഡാർട്ട്മൗത് കോളേജിനെ നിർമിതബുദ്ധിയുടെ ജന്മസ്ഥലം എന്ന് വിശേഷിപ്പിക്കാറുണ്ട്.

ജോൺ മക്കാർത്തി - ആർട്ടിഫിഷ്യൽ ഇന്റലിജൻസ് എന്ന വാക്കിനും, ലിസ്പ് (LISP) എന്ന കമ്പ്യൂട്ടർ പ്രോഗ്രാമിങ് ഭാഷാ വിഭാഗത്തിനും അൽഗോൾ (ALGOL) എന്ന കമ്പ്യൂട്ടർ ഭാഷയ്ക്കും നമ്മൾ ജോൺ മക്കാർത്തിയോട് കടപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. ചെറിയ പ്രായത്തിലേ ഗണിതത്തിൽ താൽപ്പര്യം പ്രകടിപ്പിച്ച മക്കാർത്തി കൗമാര പ്രായത്തിലേ സർവകലാശാലാ തലത്തിലുള്ള പുസ്തകങ്ങളൊക്കെ സ്വയം പഠിച്ച് അവഗാഹം നേടിയിരുന്നു. നിർമിതബുദ്ധിയുടെ ഗണിത യുക്തിയിൽ ശ്രദ്ധ പതിപ്പിച്ച മക്കാർത്തി കാൽടെക്കിൽ വിദ്യാർഥിയായിരുന്ന അവസരത്തിൽ ശ്രവിച്ച ജോൺ വോൺ നോയിമാന്റെ ഒരു പ്രഭാഷണം തന്റെ ഭാവി കമ്പ്യൂട്ടർ സയൻസിലേക്ക് തിരിച്ച് വിടാൻ പ്രേരണയായി. ഡാർട്ട്മൗത് കോളേജിൽ അധ്യാപകനായി പ്രവർത്തിക്കുമ്പോഴാണ് അദ്ദേഹം നിർമിതബുദ്ധി ശിൽപ്പശാല സംഘടിപ്പിക്കുന്നത്. അലോൺസോ ചർച്ച് എന്ന ഗണിതജ്ഞൻ 1930-കളിൽ വികസിപ്പിച്ച ഗണിത യുക്തിക്കായി വികസിപ്പിച്ച ലാമ്ഡാ കാൽക്കുലസ് (Lambda Calculus) ഉപയോഗിച്ച് മക്കാർത്തി വികസിപ്പിച്ച ലിസ്പ് നിർമിതബുദ്ധി അൽഗോരിതങ്ങളുടെ പ്രിയപ്പെട്ട കമ്പ്യൂട്ടർ ഭാഷയായി മാറി. മാർവിൻ മിൻസ്കിയോടൊപ്പം നിർമിതബുദ്ധി ഗവേഷണ ലബോറട്ടറി എംഐടിയിലും (MIT AIL), അതിനെ വെല്ലുന്ന വേറൊരു ലാബ് സ്റ്റാൻഫോർഡിലും (SAIL) സ്ഥാപിച്ച മക്കാർത്തിയെ നിർമിതബുദ്ധിയുടെ പിതാവെന്നും വിശേഷിപ്പിക്കാറുണ്ട്.

വിവര സിദ്ധാന്തത്തിന്റെ (Information Theory) പിതാവെന്നറിയപ്പെടുന്ന ക്ലോദ് ഷാനൺ ഇതിൽ പങ്കെടുത്ത മറ്റൊരു പ്രഗൽഭനാണ്. മിഷിഗൻ സർവകലാശാലയിൽ നിന്ന് ഇലക്ട്രിക്കൽ എഞ്ചിനീയറിങ്ങിലും ഗണിതത്തിലും ബിരുദങ്ങൾ നേടിയ ഷാനൺ, പ്രിൻസ്റ്റൺ സർവകലാശാലയിൽ ഗവേഷകനായി ചേർന്നപ്പോൾ അവിടെ അക്കാലത്തുണ്ടായിരുന്ന ജോൺ വോൺ നോയിമാൻ (John von Neumann), ഹെർമൻ വെയിൽ (Herman Weyl), ആൽബർട്ട് ഐൻസ്റ്റൈൻ (Albert Einstein), കർട് ഗോഡൽ (Kurt Gödel) എന്നീ അതികായരുമായി സംവദിക്കാൻ അവസരം ലഭിച്ചു. അലൻ ടൂറിങ്ങിന്റെ യൂണിവേഴ്സൽ ടൂറിങ് മെഷീൻ പരിചയപ്പെട്ട ഷാനൺ കമ്മ്യൂണിക്കേഷൻ തിയറി, ഇൻഫർമേഷൻ തിയറി എന്നിവയിൽ ലോകം മാറ്റിമറിച്ച സിദ്ധാന്തങ്ങൾ മുന്നോട്ടുവച്ചു. അദ്ദേഹം 1950-ൽ സൃഷ്ടിച്ച തെസ്യൂസ് (Theseus) എന്ന കാന്തിക എലി (mouse) 25 സമചതുരങ്ങൾ കൊണ്ട് നിർമിച്ച ഒരു കുരുക്കുവഴിയിൽ (maze) മുൻ പരിചയം വച്ച് വഴി കണ്ടുപിടിക്കാൻ പ്രോഗ്രാം ചെയ്ത ഒന്നായിരുന്നു. ഇത് നിർമിതബുദ്ധിയിലെ ആദ്യ പരീക്ഷണമായി വിലയിരുത്തപ്പെടുന്നു. ചെസ്സിന്റെ സങ്കീർണത കൃത്യമായി നിർവചിക്കാനും ഷാനണ് സാധിച്ചു. ഭാഷാശാസ്ത്രത്തിന് ഗണിതശാസ്ത്ര അടിത്തറ പണിയാനും ഷാനന്റെ പഠനങ്ങൾക്കായി.

ഇവർ രണ്ടു പേർക്കുമൊപ്പം ചേരേണ്ട പേരാണ് മാർവിൻ മിൻസ്കിയുടേത്. ഗണിത ശാസ്ത്രജ്ഞനായിരുന്ന മിൻസ്കി, കോഗ്നിറ്റീവ് സയൻസിലുള്ള തന്റെ പ്രാഗത്ഭ്യം നിർമിതബുദ്ധി മേഖലയിൽ ഉപയോഗിച്ച പ്രതിഭയായിരുന്നു. എംഐടിയിലെ നിർമിതബുദ്ധി പരീക്ഷണശാലയുടെ സഹ സ്ഥാപകൻ കൂടിയായ മിൻസ്കി ഈ മേഖലയിൽ നിരവധി പുസ്തകങ്ങളുടെ രചയിതാവുമാണ്. ന്യൂറൽ നെറ്റ്‌വർക്കുകൾ നിർമിതബുദ്ധി ഗവേഷണത്തിൽ ഉപയോഗിക്കാൻ സെയ്മർ പാപർട്ടിനൊപ്പം മിൻ

സ്കി രചിച്ച പ്രബന്ധങ്ങളും പുസ്തകങ്ങളും തിരിതെളിച്ചു. നിർമിത ബുദ്ധി മനുഷ്യർക്കും സമൂഹത്തിനും ഉണ്ടാക്കാവുന്ന വ്യതിയാനങ്ങളേക്കുറിച്ച് പ്രവചനങ്ങൾ നടത്തിയ മിൻസ്കി ആർതർ സി ക്ലാർക്കിന്റെ '2001: എ സ്പേസ് ഒഡീസി' വിഖ്യാത നോവലിന് സ്റ്റാൻലി കുബ്രിക് നൽകിയ ചലച്ചിത്രാവിഷ്ക്കാരത്തിന്റെ ഉപദേഷ്ടാവുമായിരുന്നു.

ഐബിഎം 701 എന്ന ആദ്യത്തെ കൊമേഴ്സ്യൽ കമ്പ്യൂട്ടറിന്റെ സൃഷ്ടാവായ നതാനിയേൽ റോച്ചസ്റ്ററും ഈ ശിൽപ്പശാലയിൽ പങ്കെടുത്തിരുന്നു. ഇതേ കമ്പ്യൂട്ടർ ഉപയോഗിച്ച് ന്യൂറൽ നെറ്റ്വർക്കിന്റെ സ്വഭാവ സവിശേഷതകൾ പഠിക്കാൻ ഐബിഎം ശ്രമിക്കുക വഴിയാണ് നിർമിതബുദ്ധി മേഖലയിലെത്തുന്നത്. ഇന്ന് ഐബിഎം വാട്സൻ എന്ന സൂപ്പർ കമ്പ്യൂട്ടറിലെത്തി നിൽക്കുന്ന ഐബിഎം നിർമിതബുദ്ധി ഗവേഷണങ്ങളുടെ തുടക്കം കുറിക്കുന്ന നിരവധി പ്രോജക്ടുകളുടെ മേൽനോട്ടം റോച്ചസ്റ്ററിനായിരുന്നു.

ശിൽപ്പശാലയുടെ ഫലങ്ങൾ

രണ്ട് മാസത്തെ ഉദ്യമത്തിന്റെ ഉദ്ദേശ്യം ആർട്ടിഫിഷ്യൽ ഇന്റലിജൻസിന്റെ എല്ലാ സാധ്യതകളും പരിശോധിച്ച് ഭാവി പരിപാടികൾ ആസൂത്രണം ചെയ്യുക എന്നതായിരുന്നു. ഇതിനാൽ ഒരു പത്തംഗ പഠന സമിതിയും ഉണ്ടാക്കി. നിർമിത ബുദ്ധി എന്നത് വിവിധ വിഷയങ്ങൾ ഉന്നത ശ്രേണിയുള്ള സങ്കരമാണെന്ന് മുകളിൽ പറഞ്ഞ നാലാളെ കൂടാതെ ഈ ശിൽപ്പശാലയിൽ പങ്കെടുത്ത മറ്റുള്ളവരുടെയും പ്രാഗത്ഭ്യം തെളിയിക്കുന്നു:

1. ട്രെഞ്ചാർഡ് മോറെ-പ്രിൻസ്ടൺ സർവകലാശാലയിലെ ഗണിത ശാസ്ത്രജ്ഞൻ. പിന്നീട് എം ഐടി, യേൽ സർവകലാശാലകളിലും ഐബിഎമ്മിലും പ്രവർത്തിച്ചു.

2. ആർതർ സാമുവൽ – എം ഐടിയിൽ നിന്ന് ഇലക്ട്രിക്കൽ എഞ്ചിനീയറിങ് പഠിച്ചിറങ്ങിയ ആർതർ സാമുവൽ നിർമിതബുദ്ധി മേഖലയിലെ അതികായനായി മാറി. ഇദ്ദേഹമാണ് മെഷീൻ ലേണിങ് (Machine Learning) എന്ന പദം സംഭാവന ചെയ്തതും അതുപയോഗിച്ച് ചെക്കേഴ്സ് കളിക്കുന്ന കമ്പ്യൂട്ടർ പ്രോഗ്രാം സൃഷ്ടിച്ചതും.

3. റേ സോളൊമോനോഫ് – ചിക്കാഗോ സർവകലാശാലയിൽ എൻറിക്കോ ഫെർമിയുടെ വിദ്യാർഥിയായിരുന്ന സോളൊമോനോഫ് ഭൗതിക ശാസ്ത്രത്തിൽ മാസ്റ്റർ ബിരുദം നേടിയ ശേഷം തന്റെ അന്വേഷണങ്ങൾ പൂർണമായും ഗണിത ശാസ്ത്ര മേഖലയിലേക്ക് തിരിച്ചു. മക്കാർത്തിയോടും മിൻസ്കിയോടുമൊപ്പം രണ്ട് മാസം മുഴുവൻ ഡാർട്മൗത്തിൽ ചെലവഴിച്ചത് സോളൊമോനോഫ് മാത്രമാണ്. നിർമിതബുദ്ധിയിൽ പ്രോബബിലിറ്റി സിദ്ധാന്തം കൊണ്ട് വന്ന ഇദ്ദേഹം ഇൻഡക്ടീവ് ഇൻഫറൻസ് എന്ന വൈജ്ഞാനിക ശാഖ സ്ഥാപിച്ചു. ഇതുവഴി ബെയേസ് ചട്ടങ്ങൾ (Bayes' rules) കമ്പ്യൂട്ടർ സയൻസിൽ പ്രയോഗത്തിൽ വരുത്താം എന്ന് ലോകത്തിന് കാണിച്ച് കൊടുത്തു. ഇത് നിർമിത ബുദ്ധി യന്ത്രങ്ങൾക്ക് വലിയ നേട്ടമുണ്ടാക്കി. മെഷീൻ ലേണിങ് അടിസ്ഥാനമാക്കിയ നിർമിതബുദ്ധി അൽഗോരിതങ്ങൾ പ്രയോഗത്തിൽ വരുത്താൻ കഴിഞ്ഞതിൽ സോളൊമൊനോഫിനോട് നാം കടപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു.

4. ഒലിവർ സെൽഫ്രിഡ്ജ് – മാർവിൻ മിൻസ്കിയുടെ ഗുരുവെന്ന് വിശേഷിപ്പിക്കാവുന്ന സെൽഫ്രിഡ്ജാണ് 1955-ൽ മിൻസ്കിയോടൊപ്പം നിർമിതബുദ്ധി മേഖലയിലെ ആദ്യത്തെ പൊതുസമ്മേളനം സംഘടിപ്പിച്ചത്. മെഷീൻ പ്രത്യക്ഷബോധം (Machine Perception) എന്ന ശാഖയുടെ പിതാവെന്ന് ഇദ്ദേഹം അറിയപ്പെടുന്നു. 1959-ലെ ഇദ്ദേഹത്തിന്റെ പ്രബന്ധം നിർമിതബുദ്ധി മേഖലയിലെ ഒരു ക്ലാസിക് എന്നറിയപ്പെടുന്നു.

5. ഹെർബർട് സൈമൺ – 1975-ലെ ടൂറിങ് പുരസ്കാരവും 1978-ലെ സാമ്പത്തിക ശാസ്ത്ര നൊബേലും നേടിയ സൈമൺ ഒരു ബഹുമുഖ പ്രതിഭയായിരുന്നു. ഗവേഷണ സൂചികയായ ഗൂഗിൾ സ്കോളറിൽ മൂന്ന് ലക്ഷത്തിലധിക സൈറ്റേഷൻസ് നേടി, നിർമിതബുദ്ധി മേഖലയിൽ ഏറ്റവുമധികം വായിക്കപ്പെട്ട വ്യക്തിയാണ് സൈമൺ. രാഷ്ട്രമീമാംസയിൽ ഗവേഷണ ബിരുദം നേടിയ സൈമണിന് വ്യക്തികളും സമൂഹവും തീരുമാനങ്ങൾ എടുക്കുന്നതെങ്ങനെയെന്ന് (decision-making) വ്യക്തമായ സിദ്ധാന്തങ്ങൾ ആവിഷ്കരിക്കാൻ കഴിഞ്ഞു.

6. അലൻ ന്യൂവൽ – കാർണഗി മെല്ലൻ സർവകലാശാലയിൽ കമ്പ്യൂട്ടർ സയൻസും കോഗ്നിറ്റീവ് സൈക്കോളജിയും തമ്മിലുള്ള ബന്ധത്തേപ്പറ്റി സൈമണിന്റെ കീഴിൽ ഗവേഷണം നടത്തിയിരുന്ന ന്യൂവൽ അദ്ദേഹത്തോടൊപ്പം കാർണഗി ആർട്ടിഫിഷ്യൽ ഇന്റലിജൻസ് ലബോറട്ടറിയും സ്ഥാപിച്ചു.

പൂർണമായും മനുഷ്യതുല്യമായ സവിശേഷതകൾ നേടിയ ഒരു യന്ത്രത്തെ എങ്ങനെ മനസ്സിലാക്കാം എന്നതാണ് ടൂറിങ് ടെസ്റ്റ് പറയുന്നത്. ഇക്കാര്യത്തിൽ പല ടെസ്റ്റുകൾ നിലവിലുണ്ടെങ്കിലും പൊതുവേ വാർത്താപ്രാധാന്യം നേടിയത് 1950-ൽ അവതരിപ്പിച്ച ടൂറിങ് ടെസ്റ്റ് ആണ്. നമ്മളും ഒരു യന്ത്രവും ഒരു മറയുടെ അപ്പുറവും ഇപ്പുറവും നിൽക്കുന്നെന്ന് സങ്കൽപ്പിക്കുക. നമ്മുടെ ചോദ്യങ്ങൾ യന്ത്രം മറുപടി നൽകുന്നു. സംസാരിക്കുന്നത് ഒരു യഥാർഥ മനുഷ്യനാണോ, അതോ യന്ത്രമാണോ എന്ന് നമുക്ക് തിരിച്ചറിയാൻ പറ്റുന്നില്ലെങ്കിൽ ആ യന്ത്രം ടൂറിങ് ടെസ്റ്റ് പാസ്സായതായി നമുക്ക് കരുതാം. അതായത് മനുഷ്യ സമാനമായ യന്ത്രം നിർമിക്കാനുള്ള പ്രാപ്തി ലോകം കൈവരിച്ചെന്ന് കരുതാം. എന്നാൽ, നാളിത് വരെ അത് സാധിച്ചിട്ടില്ലെന്ന് മാത്രമല്ല, അതിനുള്ള സാധ്യത വിദൂര ഭാവിയിലുണ്ടാകുമെന്നും ആരും കരുതുന്നില്ല. ടൂറിങ് ടെസ്റ്റ് പാസ്സാകണമെങ്കിൽ ഒരു യന്ത്രത്തിന് താഴെപ്പറയുന്ന സവിശേഷതകൾ അനിവാര്യമാണെന്ന് കാണാം.

സൈമണും ന്യൂവലുമായിരുന്നു ഡാർട്മൗത് ശിൽപ്പശാലയുടെ പ്രധാന താരങ്ങൾ. ഇവർ രണ്ട് പേരും ചേർന്ന് സൃഷ്ടിച്ച ലോജിക് സിദ്ധാന്ത യന്ത്രം (Logic Theorist), പൊതു പ്രശ്നപരിഹാരം (General Problem Solver) എന്നിവ നിർമിതബുദ്ധി മേഖലയിലെ ആദ്യത്തെ പ്രോഗ്രാമുകളുടെ ഗണത്തിൽ പെടുന്നു. ക്ലിഫ് ഷായോടൊപ്പം ഇവർ തന്നെ സൃഷ്ടിച്ച ഇൻഫർമേഷൻ പ്രോസസ്സിങ് ലാംഗ്വേജ് (Information Processing Language - IPL) എന്ന കമ്പ്യൂട്ടർ ഭാഷയിലായിരുന്നു ഇത് നിർമിച്ചത്. ഐപിഎൽ ഭാഷ ബെർട്രാണ്ട് റസ്സലിന്റെ പ്രിൻസിപ്പിയ മാത്തമാറ്റിക്ക (Principia Mathematica) എന്ന ഗ്രന്ഥത്തിലെ ചില ഗണിതശാസ്ത്ര പ്രശ്നങ്ങൾ കമ്പ്യൂട്ടർ ഉപയോഗിച്ച് വളരെ വേഗത്തിൽ തെളിയിക്കാമെന്ന് കണ്ടെത്തി. ഇവയൊക്കെ റസ്സലും മറ്റ് ഗണിതശാസ്ത്രജ്ഞരും വളരെ സമയമെടുത്ത് തെളിയിച്ചവയായിരുന്നു. 1958–ൽ NSS എന്ന കമ്പ്യൂട്ടർ ചെസ്സ് പ്രോഗ്രാം എഴുതാനും ഐപിഎൽ ഉപയോഗിച്ചെങ്കിലും സൈമൺ പ്രവചിച്ച പത്ത് വർഷത്തിനപ്പുറം, 40 വർഷത്തോളം കഴിഞ്ഞാണ് മനുഷ്യനെ വെല്ലാൻ കമ്പ്യൂട്ടർ ചെസ്സ് പ്രോഗ്രാമുകൾക്കായത്. റേ സൊളോമോനോഫ് വിതരണം ചെയ്ത 'ഒരു ഇൻഡക്റ്റീവ് ഇൻഫറൻസ് യന്ത്രം' (An Inductive Inference Machine) എന്ന പ്രബന്ധം ഈ മേഖലയിലെ ഏറ്റവും മികച്ച ഒന്നായിരുന്നു. മെഷീൻ ലേണിങ് എന്ന ശാഖയെ കോൾമോഗൊറോവ് സങ്കീർണത (Kolmogorov Complexity), ഒഖാമിന്റെ വാൾ (Ockham's Razor) എന്നിവയുമായി ബന്ധിപ്പിച്ച ഈ പ്രബന്ധം ഭാവിയിലേക്ക് ഒരു മുതൽക്കൂട്ടായിരുന്നു. സങ്കീർണമായ ഒരു സമൂഹവുമായി ഇടപെടാൻ ശേഷിയുള്ള യന്ത്രങ്ങളെ സൃഷ്ടിക്കാൻ ഇത് അനിവാര്യമാണെന്ന് കാണാം.

രണ്ട് മാസത്തെ ഈ ശിൽപ്പശാല ഉടനടി ഫലങ്ങളൊന്നും സൃഷ്ടിച്ചില്ലെങ്കിലും അതിൽ പങ്കെടുത്ത പത്താളുകളും അവരുടെ ശിഷ്യ പരമ്പരയുമാണ് നിർമിതബുദ്ധി മേഖല രൂപപ്പെടുത്തുന്നതിൽ പിൽക്കാലത്ത് മുഖ്യ പങ്ക് വഹിച്ചത്. കമ്പ്യൂട്ടർ സയൻസിന്റെ ശാഖയായി തുടങ്ങിയ നിർമിതബുദ്ധി ഗവേഷണം, ഇതിനു ശേഷം, സ്ഥിതിവിവരശാസ്ത്രം (statistics), എഞ്ചിനീയറിങ്, അവബോധ ശാസ്ത്രം (cognitive science), നാഡീവ്യൂഹശാസ്ത്രം (neuroscience) എന്നിവയെല്ലാം സന്നിവേശിപ്പിച്ച് സ്വതന്ത്രശാഖയാകുകയും ചെയ്തു. എന്നാൽ, ആദ്യത്തെ ഉത്സാഹമൊക്കെ ഒരു ദശകത്തിനുള്ളിൽ കെട്ടണഞ്ഞു. ഇക്കാലത്ത് ലഭ്യമായിരുന്ന കമ്പ്യൂട്ടറുകൾ ഇന്നത്തെ സോളിഡ് സ്റ്റേറ്റ് ട്രാൻസിസ്റ്ററുകൾക്ക് പകരം വാക്വം ട്യൂബുകൾ കൊണ്ട് നിർമിച്ച ശക്തി കുറഞ്ഞ കമ്പ്യൂട്ടറുകളായിരുന്നതിനാൽ സിദ്ധാന്തങ്ങൾ പ്രായോഗിക തലത്തിൽ പരീക്ഷിക്കുക പരിമിത വിജയമേ നൽകിയുള്ളൂ. ഇതോടൊപ്പം ഇതിന്റെ വക്താക്കളായ ശാസ്ത്രജ്ഞർ തന്നെ വ്യത്യസ്ത ദിശകളിലേക്ക് ഗവേഷണങ്ങളെ നയിക്കാൻ തുടങ്ങി. 1970–കളുടെ തുടക്കമായപ്പോഴാണ് നഷ്ടപ്പെട്ട ദിശാബോധം അവർക്ക് തിരിച്ച് പിടിക്കാനായത്. എങ്കിലും നിർമിതബുദ്ധിയ്ക്ക് സാധ്യമാകും എന്ന കാര്യങ്ങൾ – ചെസ്സ് കളിയിൽ വിജയം വരിക്കുക, ഗണിത ശാസ്ത്ര പ്രശ്നങ്ങൾ പരിഹരിക്കുക എന്നിവയൊക്കെ – സാധിക്കാൻ പിന്നെയും ഇരുപത് വർഷത്തിലധികം കാത്തിരിക്കേണ്ടി വന്നു.

ആദ്യകാല പ്രതീക്ഷകൾ വച്ചുകൊണ്ട് അമേരിക്കൻ പ്രതിരോധ വകുപ്പ് മെഷീൻ ട്രാൻസ്ലേഷൻ പോലുള്ള പദ്ധതികൾക്കായി വളരെയധികം പണം മുടക്കി. റഷ്യയുമായി ഉടലെടുത്ത ശീത യുദ്ധം (cold war) റഷ്യൻ സാങ്കേതികവിദ്യാ, ശാസ്ത്ര പഠനങ്ങൾ തർജുമ നടത്തുകയെന്നതായിരുന്നു ഇതിനു പിന്നിലുള്ള ഒരു കാരണമെങ്കിലും, ഉദ്ദേശിച്ച ഫലം ലഭിക്കാഞ്ഞതിനാൽ ഇത്തരം പ്രോജക്ടുകളൊക്കെ ഒരു ദശകം കൊണ്ട് നിർത്തേണ്ട അവസ്ഥ വന്നു. ഇന്ന് പക്ഷേ, പരിപൂർണതയിലെത്തിയില്ലെങ്കിലും എല്ലാ മേഖലയിലും മെഷീൻ തർജമ വ്യാപകമായി ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ട്. മനസ്സിലും പഠനങ്ങളിലും കണ്ട പ്രശ്ന പരിഹാര പദ്ധതികളൊന്നും ഉദ്ദേശിച്ച ഫലം കണ്ടില്ല എന്നത് അക്കാലത്തെ ഒരു ന്യൂനതയായിരുന്നു. പലപ്പോഴും നിർമിതബുദ്ധി അൽഗോരിതങ്ങൾ പരിഹരിക്കാൻ ശ്രമിച്ച പ്രശ്നങ്ങളുടെയോ അല്ലെങ്കിൽ മികച്ച കമ്പ്യൂട്ടറുകളുടെ അപര്യാപ്തതയോ ആയിരുന്നു ഇതിന് കാരണം. ബ്രിട്ടനടക്കം വിവിധ സർക്കാരുകൾ എഐ

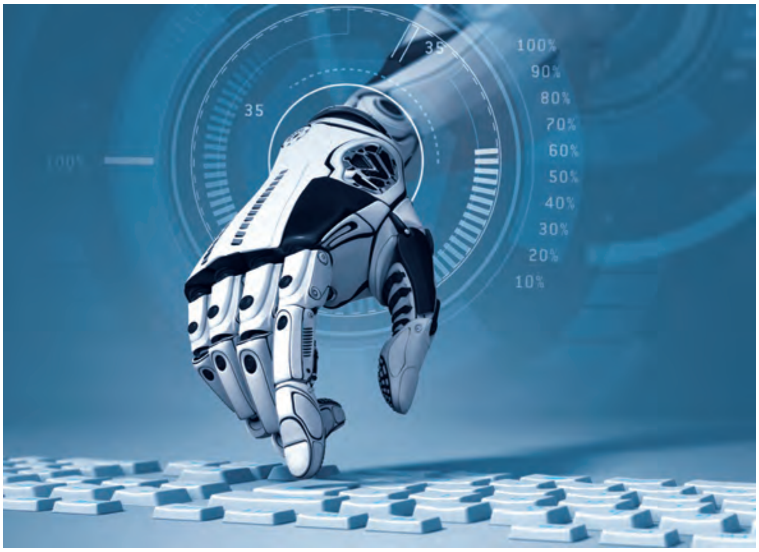
എന്നത് ഒരു ബാലികേറാമലയാണെന്ന് കണ്ട് ധന സഹായം നിർത്തിവച്ചു.

ഇക്കാലത്തെ പ്രശ്നങ്ങൾ ഒട്ടൊന്നൊന്നൊതുങ്ങാനും വീക് എഐ (Weak AI) എന്ന രീതി ശക്തിയാർജിക്കാനും 1970-കൾ സാക്ഷ്യം വഹിച്ചു. മനുഷ്യ മസ്തിഷ്ക്കത്തെ അനുകരിച്ച് മനുഷ്യബുദ്ധി കൈകാര്യം ചെയ്യുന്ന പ്രശ്നങ്ങളെല്ലാം അനുകരിക്കാനുള്ള ശ്രമങ്ങൾ ഫലം കാണാതെ വന്നപ്പോൾ ചെറിയ പ്രശ്നങ്ങളെടുത്ത് അവയ്ക്ക് പരിഹാരം കാണാനുള്ള മാർഗങ്ങളാണ് വീക് എഐ നടത്തുന്നത്. 1969-ൽ സൃഷ്ടിച്ച ഡെൻഡ്രാൾ (DENDRAL) എന്ന രസതന്ത്ര പ്രോഗ്രാമാണ് ഇതിൽ ആദ്യത്തെ ഉദ്യമം. ഹെർബർട് സൈമണിന്റെ ശിഷ്യനായിരുന്ന എഡ് ഫെയിഗൻബോമും സംഘവും സ്റ്റാൻഫോർഡ് സർവകലാശാലയിൽ വികസിപ്പിച്ച ഈ പ്രോഗ്രാം ഒരു തന്മാത്രയുടെ ഘടന സ്വയം കണ്ടെത്താൻ കഴിയുന്ന ഒന്നായിരുന്നു. തത്വചിന്തകനും കമ്പ്യൂട്ടർ ശാസ്ത്രജ്ഞനുമായ സ്റ്റീവ് ബുക്കാനൻ പിന്നീട്, ജനിതകശാസ്ത്രത്തിലെ പഠനങ്ങൾക്ക് നൊബേൽ സമ്മാനം നേടിയ ജോഷ ലെഡെർബെർഗ് എന്നിവരായിരുന്നു ഇതിലെ കൂട്ടാളികൾ. ഒരു തന്മാത്രയുടെ രാസസൂത്രവും (chemical formula), അതിന്റെ വിവിധ ഘടകങ്ങളുടെ വിവരമടങ്ങിയ മാസ്സ് സ്പെക്ട്രോമീറ്റർ ഡാറ്റയും ഇൻപുട്ട് ആയി നൽകിയാൽ രാസ ഘടന കണ്ടെത്തുമെന്നത് ഡെൻഡ്രാളിനെ ഒരു വിജയമാക്കി. നിരവധി ഓർഗാനിക് തന്മാത്രകളുടെ ഘടന നിർണയിക്കുന്ന ജോലി ലഘൂകരിക്കാൻ ഡെൻഡ്രാൾ സഹായകരമായി. ഇതിന്റെ പ്രധാന കാരണം പ്രശ്ന പരിഹാരത്തിനുള്ള വഴികൾ വളരെ കൃത്യമായി ശാസ്ത്രജ്ഞർക്ക് അറിയാമായിരുന്നുവെന്നതാണ്. ഹാർഡ് എഐ പ്രശ്നങ്ങളുടെ ചുരുളഴിയാ വഴികൾ അന്വേഷിച്ചുനടന്ന ഗവേഷകർക്ക് ഡെൻഡ്രാൾ ഒരു പുതിയ വഴി തുറന്ന് കൊടുത്തു. ഇങ്ങനെ ചെറിയ പ്രശ്നങ്ങൾ പരിഹരിക്കാനുള്ള പ്രോഗ്രാമുകളെ knowledge-intensive systems എന്ന് വിളിക്കുന്നു. എക്സ്പേർട്ട് സിസ്റ്റംസ് എന്ന് പൊതുവേ വിളിക്കാവുന്ന ഇവ മറ്റ് മനുഷ്യ നൈപുണ്യ മേഖലകളിലും പരീക്ഷിക്കാമെന്ന് കണ്ടെത്തി.

ഇതിന്റെ തുടർച്ചയായിരുന്നു ഫെയിഗെൻബോമും കൂട്ടരും മെഡിക്കൽ വിദഗ്ദരോടൊപ്പം ചേർന്ന് ആവിഷ്കരിച്ച മൈസിൻ (MYCIN) എന്ന സിസ്റ്റം. രക്തത്തിലെ അണുബാധ കണ്ടെത്താനായി വികസിപ്പിച്ച ഇതിന് പക്ഷേ, രസതന്ത്രം പോലുള്ള കൃത്യമായ ഗണിതശാസ്ത്ര അടിത്തറയുണ്ടായിരുന്നില്ല. അതിനാൽ, ആരോഗ്യവിദഗ്ദരെയും, പാഠ പുസ്തകങ്ങളെയും അധികമായി ആശ്രയിക്കേണ്ടിവന്നു. അതിനാൽത്തന്നെ വിദഗ്ധാഭിപ്രായങ്ങൾ പരിഗണിക്കുമ്പോഴുണ്ടാകുന്ന അനിശ്ചിതാവസ്ഥ കണക്കിലെടുക്കേണ്ടതായി വന്നു. ഇതിനായി അനിശ്ചിതാവസ്ഥയുടെ (uncertainty) ഗണിത രൂപങ്ങൾ മൈസിൻ പ്രോഗ്രാമിൽ ഉപയോഗിച്ചു. അങ്ങനെ ഈ പ്രോഗ്രാമിന് തെളിവുകളും, വിദഗ്ധാഭിപ്രായവും രോഗനിർണയവും എല്ലാം തമ്മിൽ ചേർച്ച കണ്ടെത്തി പ്രവചനങ്ങൾ നടത്താൻ സാധിച്ചു. ഇതേത്തുടർന്ന് സ്വാഭാവിക ഭാഷാ കമ്പ്യൂട്ടിങ് തുടങ്ങിയ മേഖലകളിലേക്ക് ഗവേഷകരുടെ ശ്രദ്ധ പതിഞ്ഞു.

എന്നാൽ 1980-കൾക്ക് ശേഷമാണ് നിർമിതബുദ്ധി വ്യാവസായികമായി പരീക്ഷിക്കാവുന്ന ഒന്നാണെന്ന അവസ്ഥാവിശേഷം നിലവിൽ വന്നത്. കമ്പ്യൂട്ടർ നിർമാതാക്കളായിരുന്ന ഡിജിറ്റൽ എക്യുപ്മെന്റ് കോർപ്പറേഷൻ (DEC) നിർമിച്ച R1 എന്ന എക്സ്പേർട്ട് സിസ്റ്റമാണ് ആദ്യമായി പുറത്തിറങ്ങിയത്. പുതിയ കമ്പ്യൂട്ടറുകൾക്ക് ലഭിക്കുന്ന ഓർഡറുകൾ ക്രമീകരിക്കാൻ കഴിഞ്ഞ ഈ പ്രോഗ്രാം നാലു വർഷം കൊണ്ട് ഏകദേശം നാല് മില്ല്യൺ ഡോളർ ലാഭിക്കാൻ കമ്പനിയെ സഹായിച്ചു. ഇത് മറ്റു കമ്പനികൾക്കും സ്വന്തമായി എഐ ഡിവിഷൻ ആരംഭിക്കാൻ പ്രേരണയായി. ജപ്പാൻ, അമേരിക്ക, ബ്രിട്ടൺ തുടങ്ങിയ രാജ്യങ്ങളൊക്കെ എഐ ഗവേഷണത്തിന് ഊന്നൽ നൽകി വലിയ പദ്ധതികളാവിഷ്ക്കരിക്കുക വഴി ഒരു ബില്ല്യൺ ഡോളർ വ്യവസായമായി എഐ മാറി. പക്ഷേ, അക്കാലത്താരംഭിച്ച വൻകിട പദ്ധതികളൊന്നും ഫലം കാണാത്തതിനാൽ എഐ വ്യവസായം ഒരു ശൈത്യകാലം നേരിട്ടു. എഐ വിന്റർ എന്നറിയപ്പെടുന്ന ഇക്കാലത്ത് പല കമ്പനികളും തകർന്നടിയുകയോ വലിയ വാഗ്ദാനങ്ങളൊന്നും പാലിക്കാനാവാതാകുകയോ ചെയ്തു.

ഇതിനൊരു പരിഹാരം വന്നത് 1986-ൽ വിവിധ ഗവേഷണ സംഘങ്ങൾ 1969-ൽ ബ്രൈസണും ഹോയും ചേർന്ന് അവതരിപ്പിച്ച ബാക്ക്-പ്രൊപ്പഗേഷൻ ലേണിങ് അൽഗോരിതം പുനരാവിഷ്കരിച്ചപ്പോഴാണ്. ന്യൂറൽ നെറ്റ്വർക്കുകളുടെ തിരിച്ച് വരവിന് ഇത് വഴിയൊരുക്കുകയും നിരവധി ഉപയോഗങ്ങൾ കണ്ടെത്തുകയും ചെയ്യുക വഴി നിർമിതബുദ്ധി ഗവേഷണത്തിന് ആദ്യകാല ആവേശം തിരിച്ച് വരുകയും ചെയ്തു. ഇന്ന് ന്യൂറൽ നെറ്റ്വർക്ക് ഗവേഷണവും നിർമിതബുദ്ധിയും കൂടിക്കലരാതെ പരസ്പര പൂരകമായി നിൽക്കുന്നതിനാൽ ആദ്യകാലത്തുണ്ടായിരുന്ന ആശയക്കുഴപ്പങ്ങൾ ഒരു പരിധി വരെ ഒഴിവാകുകയും ചെയ്തിട്ടുണ്ട്. കൂടാതെ, ആധുനിക എഐ ഗവേഷണങ്ങൾ പുതിയ സിദ്ധാന്തങ്ങളുടെ പിറകേ പരക്കം പായാതെ ഉള്ളത് വൃത്തിയായി ഉപയോഗിക്കുന്നതിൽ ഊന്നൽ നൽകുന്നു. അതോടൊപ്പം ശക്തിയുള്ള കമ്പ്യൂട്ടറുകളുടെ വരവും ഡാറ്റാ മൈനിങ് എന്ന സാങ്കേതികവിദ്യയുടെ ആവിർഭാവവും എഐ വ്യവസായത്തിന് പുതു ജീവൻ നൽകിയെന്ന് പറയാം. ബന്ധപ്പെട്ട മേഖലകളായ റോബോട്ടിക്സ്, കമ്പ്യൂട്ടർ വിഷൻ, നോളജ് റെപ്രെസെന്റേഷൻ എന്നിവയെല്ലാം ഇതോടോപ്പം



വിപ്ലവകരമായ മാറ്റങ്ങൾക്ക് സാക്ഷ്യം വഹിച്ചു. മെഷീൻ ലേണിങ് ഒരു ശക്തിമത്തായ ഉപകരണമായി മാറിയത് പല ശാഖകളെയും ഒന്നിച്ച് ചേർക്കാനും സഹായിച്ചു. ഇത്തരത്തിലുള്ള ഉത്തേജനം ആദ്യകാല ഗവേഷണ താൽപ്പര്യമായിരുന്ന ആർട്ടിഫിഷ്യൽ ജനറൽ ഇന്റലിജൻസും, ഉപ വിഭാഗമായ ഹ്യൂമൻ ലെവൽ എഐയുമൊക്കെ തിരിച്ച് വന്നു. ഇവയ്ക്കെല്ലാം പരീക്ഷിച്ച് പഠിക്കാനാവശ്യമായ ഡാറ്റ വലിയ അളവിൽ ലഭ്യമാകാൻ തുടങ്ങിയത് ഇരുപത്തൊന്നാം നൂറ്റാണ്ടിലാണ്. ബിഗ് ഡാറ്റ എന്നറിയപ്പെടുന്ന ഇത് ആയിരക്കണക്കിന് എല്ലാ വ്യവസായങ്ങളിലും എഐ ആപ്ലിക്കേഷനുകൾ കടന്ന് ചെല്ലാനിടയായി. ഇതിൽ ചില പ്രധാന ഉപയോഗങ്ങൾ താഴെ ചേർത്തിരിക്കുന്നു:

സ്പീച്ച് റെക്കഗ്നീഷൻ – ടെലിഫോൺ, ഇന്റർനെറ്റ് എന്നിവയിലൂടെയെല്ലാം വിവിധ സേവനങ്ങൾ തേടുന്ന മനുഷ്യരുമായി അവരുടെ ഭാഷയിൽ സംവേദിക്കാൻ കഴിവുള്ള യന്ത്രങ്ങൾ ഇന്ന് സുലഭമാണ്.

റോബോട്ടിക് വാഹനങ്ങൾ– അന്യഗ്രഹങ്ങൾ, ദുർഘടമായ പ്രദേശങ്ങൾ, വെള്ളത്തിനടിയിൽ, തിരക്കേറിയ ട്രാഫിക് റൂട്ടുകളിൽ എന്നിങ്ങനെ ഏത് സാഹചര്യങ്ങളിലും സ്വയം തീരുമാനമെടുത്ത് സഞ്ചരിക്കാൻ കഴിയുന്ന വാഹനങ്ങളുടെ നിർമാണത്തിന് എഐ സഹായിക്കുന്നു.

ഓട്ടോമാറ്റിക് പ്ലാനിങ് ആന്റ് ഷെഡ്യൂളിങ് – അന്യഗ്രഹ സഞ്ചാരം, സ്പേസ് ട്രാവൽ എന്നിവയ്ക്കെല്ലാം ആവശ്യമുള്ള പ്ലാനുകളും അവ നടപ്പാക്കാനുള്ള വഴികളും സ്വയം നിർണയിക്കുന്ന യന്ത്രങ്ങൾ നാസയും മറ്റും ഉപയോഗിക്കുന്നു. ശാസ്ത്രവും ലോജിസ്റ്റിക്സുമെല്ലാം നിർമിതബുദ്ധി യന്ത്രങ്ങൾ കൈകാര്യം ചെയ്യും. ഉദാഹരണത്തിന്, ഒരു സ്പേസ് ഷട്ടിൽ വിക്ഷേപണം മുതൽ അവസാന ഘട്ടം വരെയുള്ള എല്ലാ പ്രവർത്തനങ്ങളുടെയും പിന്നിൽ നിർമിതബുദ്ധി പ്രോഗ്രാം ഉണ്ടായിരിക്കും. നിരവധി മനുഷ്യർ ചെയ്യുന്ന കാര്യങ്ങൾ ഒറ്റയ്ക്ക് ചെയ്യാൻ ഇത് വഴി യന്ത്രത്തിനാവുന്നു.

കമ്പ്യൂട്ടർ അധിഷ്ഠിത ഗെയിമുകൾ – ഐബിഎം ഡീപ് ബ്ലൂ, വാട്സൻ, ഗൂഗിൾ ആൽഫാഗോ എന്നിങ്ങനെയുള്ള യന്ത്രങ്ങൾ വിവിധ മത്സരങ്ങളിൽ നിലവിലുള്ള ലോക ചാമ്പ്യന്മാരെ തോൽപ്പിക്കുക വഴി ജീവിതത്തിന്റെ വിവിധ മേഖലകളിൽ നിർമിതബുദ്ധി അൽഗോരിതങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കാമെന്ന് കണ്ടെത്തി.

സ്പാം ഒഴിവാക്കൽ – ഇമെയിൽ, ടെലിഫോൺ കോളുകൾ എന്നിവയെല്ലാം സ്പാം ആണോ എന്ന് സ്വയം നിർണയിക്കാൻ ശേഷിയുള്ള അൽഗോരിതങ്ങൾ ഇന്ന് എല്ലാ കമ്പനികളും ഉപയോഗിക്കുന്നു. പരിശീലനം വഴി ഇവ സ്വയം മെച്ചപ്പെടുകയും ചെയ്യും.

റോബോട്ടിക്സ് – റോബോട്ടുകളുടെ തലച്ചോർ നിർമിതബുദ്ധി അൽഗോരിതങ്ങൾ നിയന്ത്രിക്കുന്നുവെന്ന് വേണം പറയാൻ.

ലോജിസ്റ്റിക്സ് പ്ലാനിങ് – എത്ര ദുഷ്കരമായ യാത്രകളും, ചരക്കുകളുടെ നീക്കവുമൊക്കെ കൃത്യമായി പ്ലാൻ ചെയ്യാൻ കഴിവുള്ള ഇന്റലിജന്റ് ടൂളുകൾ ഇന്ന് ലഭ്യമാണ്. മനുഷ്യർ മാസങ്ങളെടുക്കുന്ന ഇത്തരം പ്ലാനിങ് മണിക്കൂറുകൾ കൊണ്ട് കൃത്യമായി ചെയ്യാൻ യന്ത്രങ്ങൾക്കാവും.

മെഷീൻ ട്രാൻസ്ലേഷൻ – വിവിധ ലോക ഭാഷകൾ തമ്മിൽ ഓട്ടോമാറ്റിക്കായി തർജമ ചെയ്യാൻ ശേഷിയുള്ള നിരവധി യന്ത്രങ്ങൾ ഇന്ന് ലഭ്യമാണ്. ഭാഷാ രൂപങ്ങളെ നിർമിക്കാൻ നിർമിതബുദ്ധി അൽഗോരിതങ്ങൾക്കാവുന്നു.

ഇവയിൽ മാത്രം ഒതുങ്ങുന്നതല്ല നിർമിതബുദ്ധിയുടെ ഉപയോഗങ്ങൾ. ശാസ്ത്രവും എഞ്ചിനീയറിങ്ങും ഗണിതശാസ്ത്ര തത്വങ്ങളുമെല്ലാം അവയുടെ ഏറ്റവും ഉയർന്ന ശ്രേണികളിൽ സമ്മേളിക്കുന്ന ഈ മേഖലയുടെ ഉപയോഗങ്ങൾക്ക് പരിധികളില്ല എന്ന് തന്നെ വേണം പറയാൻ. ഇതൊക്കെയാണെങ്കിലും 2010-നു ശേഷം ചിത്രങ്ങളും വീഡിയോ ദൃശ്യങ്ങളും കൈകാര്യം ചെയ്യാൻ കഴിയുന്ന ഗ്രാഫിക് പ്രൊസസ്സിങ് യൂണിറ്റുകൾ (ജിപിയു) കമ്പ്യൂട്ടറുകൾ അടങ്ങിയ കമ്പ്യൂട്ടറുകൾ സാധാരണക്കാർക്ക് പ്രാപ്തമായതും വിവര സാങ്കേതികവിദ്യയുടെ കുതിച്ച് ചാട്ടത്തോടെ വളരെ വലിയ അളവിൽ ലഭ്യമായ ഡാറ്റയും ഇവ സ്ഥിരമായി ലഭ്യമാക്കുന്ന പോർട്ടലുകളുമൊക്കെ നിർമിതബുദ്ധി സാങ്കേതികവിദ്യയുടെ കുതിച്ച് ചാട്ടത്തിനു വഴി തെളിച്ചു. ഡാറ്റയുടെ വലിയ അളവിലുള്ള ലഭ്യത നിർമിതബുദ്ധി അൽഗോരിതങ്ങളുടെ വിജയത്തിന് അനിവാര്യമായതിനാൽ ഇമേജ്നെറ്റ് (www.image-net.org), ആമസോൺ, നെറ്റ്ഫ്ലിക്സ് എന്നിങ്ങനെ ഡാറ്റ വലിയ അളവിൽ ലഭ്യമാക്കുന്ന സങ്കേതങ്ങൾ നിരവധി അവസരങ്ങൾ തുറക്കുകയും വാണിജ്യപരമായി ഈ സാങ്കേതികവിദ്യ വലിയ വിജയമാക്കുകയും ചെയ്തു. ഇന്ന് എഐ എന്നത് സർവസാധാരണമായ ഒരു പദമായി തീരുന്നത് ഈ ദശകത്തിലാണ്.

സവിശേഷ ബുദ്ധി നേടിയ യന്ത്രങ്ങൾ മനുഷ്യർക്ക് വരുത്തിവയ്ക്കാവുന്ന വിനാശങ്ങളും പ്രോഗ്രാമുകൾ എഴുതുന്നവരുടെ സാമൂഹിക നിലപാടുകൾ അൽഗോരിതങ്ങൾക്ക് നൽകാവുന്ന ബയാസും ഇത്തരം സാങ്കേതികവിദ്യകളെ മനുഷ്യർ ദുരുപയോഗം ചെയ്യാനുള്ള തടസ്സങ്ങളുമൊക്കെ പരിഹരിക്കാനും തടയിടാനുമായി രൂപീകരിക്കപ്പെട്ട എത്തിക്കൽ എഐ (Ethical AI) എന്ന മുന്നേറ്റവും ഇതോടൊപ്പം ശ്രദ്ധിക്കേണ്ട ഒന്നാണ്. ഇനിയങ്ങോട്ട് നമുക്കൊപ്പമുള്ള ഒരു സാങ്കേതികവിദ്യ എന്ന നിലയിൽ ഇതിനൊരു മൂക്കുകയറിടേണ്ടത് അനിവാര്യമാണല്ലോ?

(ലേഖകൻ കാസർഗോഡ് ഗവ. കോളേജ് ഭൗതികശാസ്ത്ര അധ്യാപകനാണ്)

ഇമെയിൽ: jijo@gck.ac.in
ഫോൺ: 9495122006

ആർട്ടിഫിഷ്യൽ ന്യൂറൽ നെറ്റ്‌വർക്കുകൾ

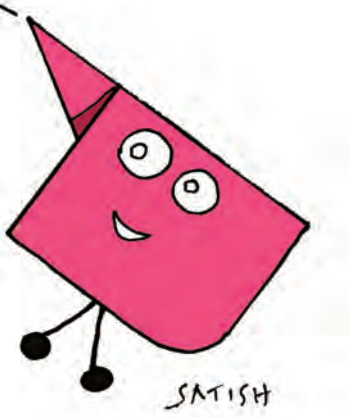
ഒരാമുഖം

ഡോ. സി. പ്രേംശങ്കർ
ഡോ. സുനിൽ തോമസ് തോണിക്കുഴിയിൽ

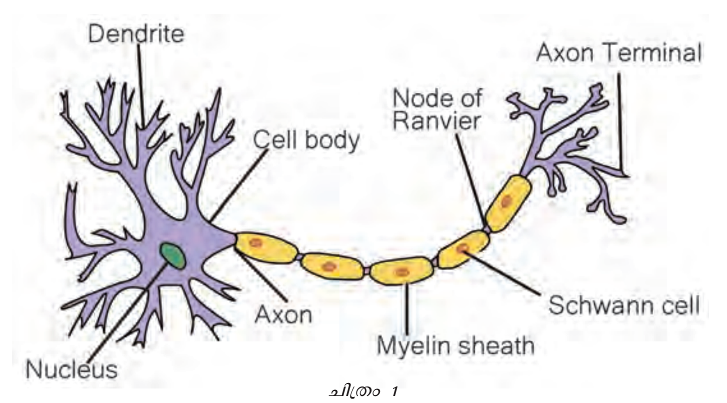
- മനുഷ്യ മസ്തിഷ്കം വസ്തുക്കളെ കണ്ടു തിരിച്ചറിയുന്നതിനെ അനുകരിക്കാനാണ് നിർമിത ബുദ്ധി സാങ്കേതികവിദ്യയിലും ശ്രമിക്കുന്നത്.
- പാറ്റേണുകളും രൂപങ്ങളും ഒരു അൽഗോരിതം വഴി ആവർത്തിച്ചു പരിചയപ്പെടുത്തിയാണ് കൃത്രിമ ന്യൂറൽ നെറ്റ്‌വർക്കുകളെ ഈ വിദ്യ പഠിപ്പിക്കുന്നത്.
- നിത്യജീവിതത്തിൽ നാമിന്ന് മൊബൈൽ ഫോണിൽ ഉപയോഗിക്കുന്ന പല സൗകര്യങ്ങളും ഇങ്ങനെ വികസിപ്പിക്കപ്പെട്ടതാണ്.

നമ്മുടെ മസ്തിഷ്കം എങ്ങനെയാണ് ചിത്രങ്ങൾ തിരിച്ചറിയുന്നതെന്ന് എപ്പോഴെങ്കിലും ചിന്തിച്ചിട്ടുണ്ടോ? ഒരു പൂച്ചയുടെ ചിത്രം കാണുമ്പോൾ, അത് പൂച്ചയാണെന്നും നായയല്ലെന്നും നമ്മുടെ തലച്ചോറിന് തിരിച്ചറിയാൻ സാധിക്കുന്നു. ഇതിന് തലച്ചോറിനുള്ളിലെ ന്യൂറൽ നെറ്റ്‌വർക്കുകളാണ് നമ്മളെ സഹായിക്കുന്നത്.

ചിത്രം 1–ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതരം ബയോളജിക്കൽ ന്യൂറോണുകളുപയോഗിച്ചാണ് തലച്ചോറിലെ ന്യൂറൽ നെറ്റ്‌വർക്ക് നിർമിച്ചിട്ടുള്ളത്. ഇത്തരത്തിൽ ലക്ഷക്കണക്കിന് ന്യൂറോണുകൾ തമ്മിൽ പരസ്പരം ഘടിപ്പിച്ച ഒരു വമ്പൻ നെറ്റ് വർക്കാണ് മനുഷ്യന്റെ തലച്ചോർ. പഞ്ചേന്ദ്രിയങ്ങളിൽനിന്നു വരുന്ന സിഗ്നലുകൾക്ക് അനുസൃതമായി ഈ ന്യൂറോണുകളിൽ ചിലത് ഉത്തജിതമാകും. ഇത്തരം ന്യൂറൽ ഉത്തേജനങ്ങളാണ് നമുക്ക് പലതരത്തിലുള്ള കാഴ്ചകളെയും മണങ്ങളെയും ശബ്ദങ്ങളേയുമെല്ലാം അനുഭവേദ്യമാക്കി തരുന്നത്.



നൃൂറോണുകളുടെ ഒരു വലിയ നെറ്റ്‌വർക്കിനെയാണ് നമ്മുടെ മസ്തിഷ്കം വിവരങ്ങൾ ശേഖരിക്കുന്നതിനും തീരുമാനങ്ങൾ എടുക്കുന്നതിനും ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്നത്. നിർമിതബുദ്ധി ഉണ്ടാക്കാനുള്ള പല ശ്രമങ്ങളും നമ്മുടെ തലച്ചോറിന്റെ പ്രവർത്തനത്തിൽനിന്നും പ്രചോദനം ഉൾക്കൊണ്ടവയാണ്. പല നിർമിതബുദ്ധി അൽഗോരിതങ്ങളും തലച്ചോറിലെ ന്യൂറൽ നെറ്റുവർക്കുകളുടെ പ്രവർത്തനത്തെ അനുകരിച്ചാണ് നിർമിച്ചിരിക്കുന്നത്. ആർട്ടിഫിഷ്യൽ ന്യൂറൽ നെറ്റ് വർക്കുകൾ എന്ന ഒരു പഠനശാഖ തന്നെ ഇതിനായി വികസിപ്പിച്ചെടുത്തിട്ടുണ്ട്. സമീപകാലത്ത് നിർമിതബുദ്ധിയുപയോഗിച്ച് ഉണ്ടാക്കിയ സങ്കേതങ്ങളുടെയൊക്കെ പിറകിൽ ന്യൂറൽ നെറ്റുവർക്കുകൾ ഒളിച്ചിരിക്കുന്നുണ്ട്.



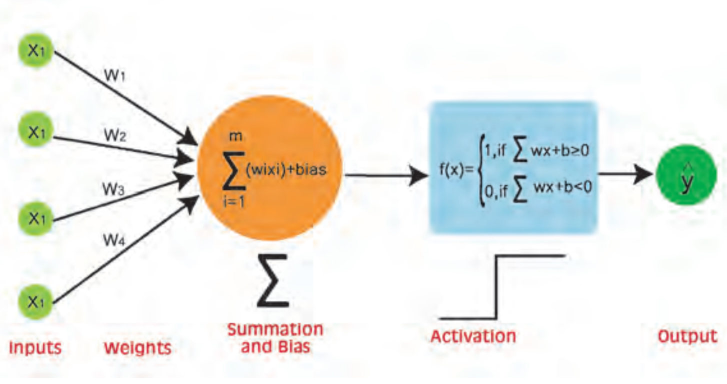
ചിത്രം 1

നാം ജീവിക്കുന്ന ചുറ്റുപാടുകൾക്കും സന്ദർഭങ്ങൾക്കും അനുസരിച്ച് പെരുമാറാൻ നമുക്ക് കഴിയും. ജനനം മുതൽ ഇതിനായി നമ്മൾ തലച്ചോറിനെ പരിശീലിപ്പിച്ചു കൊണ്ടിരിക്കും. ഒരു കാഴ്ച കാണുമ്പോൾ നമ്മുടെ മസ്തിഷ്കം മുൻപ് എപ്പോഴെങ്കിലും കണ്ട കാഴ്ചകളുമായി താരതമ്യം ചെയ്യുകയും മുൻ അനുഭവങ്ങളിൽ നിന്നും ഈ കാഴ്ചയോട് അടുത്തുനിൽക്കുന്ന ഏറ്റവും മികച്ച പാറ്റേൺ കണ്ടെത്തുകയും അതിനനുസരിച്ച് ശരീരത്തിലെ വിവിധ അവയവങ്ങൾക്കുവേണ്ട സിഗ്നലുകൾ പുറപ്പെടുവിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. അതു സാധ്യമാകുന്നത് ഈ ന്യൂറോണുകളുടെ പ്രവർത്തനത്തിലൂടെയാണ്. തലച്ചോറിലുള്ള ലക്ഷോപലക്ഷം ന്യൂറോണുകളുടെ പ്രവർത്തന ഫലമായിട്ടാണ് നാം 'ബുദ്ധി' യുള്ള മനുഷ്യരായിത്തീരുന്നത്.

ചുരുക്കത്തിൽ, ന്യൂറോണുകളുടെ ഒരു വലിയ നെറ്റ്‌വർക്കിനെയാണ് നമ്മുടെ മസ്തിഷ്കം വിവരങ്ങൾ ശേഖരിക്കുന്നതിനും തീരുമാനങ്ങൾ എടുക്കുന്നതിനും ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്നത്. നിർമിതബുദ്ധി ഉണ്ടാക്കാനുള്ള പല ശ്രമങ്ങളും നമ്മുടെ തലച്ചോറിന്റെ പ്രവർത്തനത്തിൽനിന്നും പ്രചോദനം ഉൾക്കൊണ്ടവയാണ്. പല നിർമിതബുദ്ധി അൽഗോരിതങ്ങളും തലച്ചോറിലെ ന്യൂറൽ നെറ്റ്‌വർക്കുകളുടെ പ്രവർത്തനത്തെ അനുകരിച്ചാണ് നിർമിച്ചിരിക്കുന്നത്. ആർട്ടിഫിഷ്യൽ ന്യൂറൽ നെറ്റ് വർക്കുകൾ എന്ന ഒരു പഠനശാഖ തന്നെ ഇതിനായി വികസിപ്പിച്ചെടുത്തിട്ടുണ്ട്. സമീപകാലത്ത് നിർമിതബുദ്ധിയുപയോഗിച്ച് ഉണ്ടാക്കിയ സങ്കേതങ്ങളുടെയൊക്കെ പിറകിൽ ന്യൂറൽ നെറ്റുവർക്കുകൾ ഒളിച്ചിരിക്കുന്നുണ്ട്.

ഒരു ആർട്ടിഫിഷ്യൽ ന്യൂറൽ നെറ്റ്‌വർക്കിനെ നിർമിതബുദ്ധിക്കുവേണ്ടി പരിശീലിപ്പിച്ചെടുക്കേണ്ടതെങ്ങനെയാണെന്ന് പരിശോധിക്കാം. ആർട്ടിഫിഷ്യൽ ന്യൂറൽ നെറ്റ്‌വർക്കുകളുടെ അടിസ്ഥാനശില ഒരു ന്യൂറോണാണ്. ഇത്തരത്തിലുള്ള ഒരു കൃത്രിമ ന്യൂറോണിനെ പെർസെപ്ട്രോൺ (perceptron) എന്നുപറയുന്നു. പെർസെപ്ട്രോൺ എങ്ങനെയാണ് പ്രവർത്തിക്കുന്നതെന്ന് നമുക്ക് പരിശോധിക്കാം. ചിത്രം 2-ൽ ഒരു പെർസെപ്ട്രോണിന്റെ ഭാഗങ്ങൾ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

താഴെപറയുന്ന ഘടകങ്ങളാണ് ഈ ന്യൂറോണിനുള്ളത്.

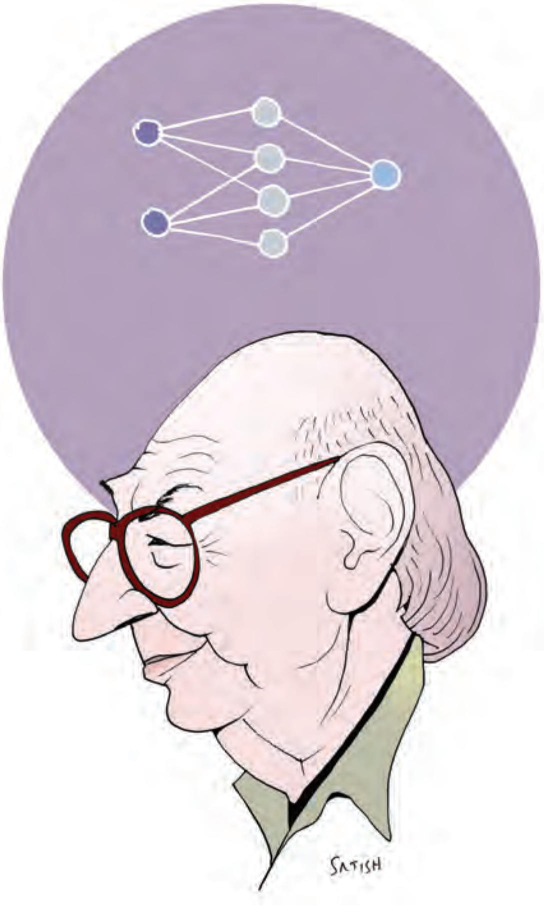


ചിത്രം 2

- ഇൻപുട്ട്
- വെയ്റ്റ്സ് (Weights)
- ബയസ് (bias)
- ആക്ടിവേഷൻ ഫങ്ഷൻ
- ഔട്ട്പുട്ട്

ഈ ന്യൂറോണിന്റെ പ്രവർത്തനം ലളിതമായ ഒരു ഗണിതപ്രക്രിയയാണ്. അത് ചിത്രത്തിൽ ഗണിത സമവാക്യങ്ങളിലൂടെ സൂചിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. നാം ന്യൂറോണിന് കൊടുക്കുന്ന ഡാറ്റയാണ് ഇൻപുട്ടുകൾ. വെയിറ്റ് (weight) ഓരോ ഇൻപുട്ടിനും ഔട്ട് പുട്ടിനു മേലുള്ള സ്വാധീനത്തിന്റെ സൂചകമാണ്. ഇൻപുട്ടുകളെ വിവിധ വെയിറ്റുകൾ കൊണ്ട് ഗുണിച്ചെടുക്കും. ഇങ്ങനെ ഗുണിച്ചെടുത്ത സംഖ്യകളുടെ എല്ലാം കൂടി തുക കണ്ടുപിടിക്കും. ഈ തുകയെ ന്യൂറോണിന്റെ ആക്ടിവേഷൻ ഫങ്ഷനിലേക്ക് കടത്തി വിടും. (ചിത്രം കാണുക). പെർസെപ്ട്രോണിൽ ഈ ഫങ്ഷൻ അതിനു കിട്ടുന്ന സംഖ്യയുടെ വില പൂജ്യത്തിൽ താഴെയാണെങ്കിൽ -1 (മൈനസ് 1) ഉം അല്ലെങ്കിൽ +1 (പ്ലസ് 1) ഉം ഔട്ട്പുട്ടായി പുറപ്പെടുവിക്കും. സിഗ്മോയിഡ് സോഫ്റ്റ് മാക്സ് തുടങ്ങി പലതരം ആക്ടിവേഷൻ ഫങ്ഷനുകളുപയോഗിച്ചും പെർസെപ്ട്രോണുകളുണ്ടാക്കാം.

2000-ത്തിനുശേഷം പാരലൽ കമ്പ്യൂട്ടേഷന് കഴിവുകളുള്ള ഗ്രാഫിക് പ്രോസസ്സിങ് യൂണിറ്റ് ലഭ്യമായിത്തുടങ്ങി. അതുകൂടാതെ ഇന്റർനെറ്റിലൂടെ ലക്ഷക്കണക്കിന് ഡാറ്റ ശേഖരിക്കുന്നതിനും സൂക്ഷിക്കുന്നതിനുമുള്ള പല സങ്കേതങ്ങളും നിലവിൽവന്നു. അതിനാൽ സമീപകാലത്ത് നിർമിതബുദ്ധി അൽഗോരിതങ്ങളിൽ ന്യൂറൽ നെറ്റ്‌വർക്ക് വ്യക്തമായ മേൽക്കൈ നേടിയിട്ടുണ്ട്.



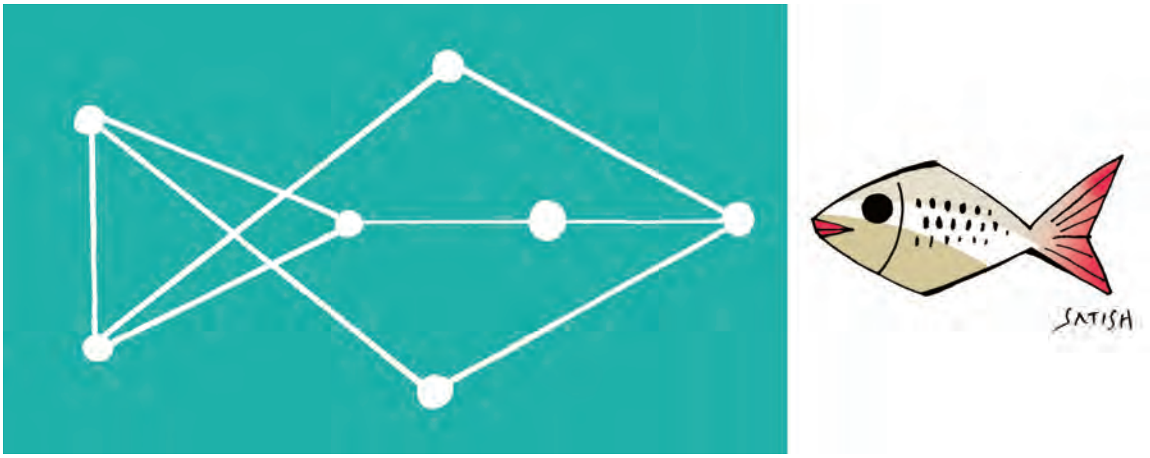
ഇത്തരം ഒരു കൃത്രിമ ന്യൂറോണിനെ പരിശീലിപ്പിക്കുന്നതിന് ലേബൽ ചെയ്ത ഡേറ്റ ആവശ്യമാണ്. ഒരു ന്യൂറോണിന് കൊടുക്കുന്ന പരിശീലന ഡാറ്റ X1, X2, X3, ...X എന്നിങ്ങനെയാണെന്നിരിക്കട്ടെ. ഈ ഡാറ്റാ ഉത്പാദിപ്പിക്കേണ്ട ഔട്ട്പുട്ടിനെയാണ് ലേബൽ എന്ന് വിളിക്കുന്നത്. മുൻകൂറായി ലേബൽ ചെയ്ത് വെച്ചിട്ടുള്ള ആയിരക്കണക്കിന് ഡേറ്റ ഉപയോഗിച്ചാണ് ന്യൂറോണുകളെ പരിശീലിപ്പിക്കുന്നത്.

ഇനി ട്രെയിനിങ് എന്തിനാണെന്ന് നോക്കാം. നമ്മുടെ കയ്യിലുള്ള ഡാറ്റ ന്യൂറോണിന് കൊടുക്കുമ്പോൾ ആ ഡാറ്റയുടെ ലേബൽ ആകണം ഒട്പുട്ടിൽ വരേണ്ടത്. ഇതിന് അനുയോജ്യമായ വെയിറ്റുകൾ വേണം. ഇത്തരം വെയ്റ്റുകൾ കണ്ടെത്താനാണ് ട്രെയിനിങ് നടത്തുന്നത് (നമ്മൾ കുട്ടികളെ പഠിപ്പിക്കുന്നതും ഏതാണ്ടിതുപോലെയാണ്).

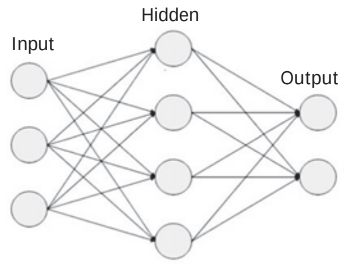
ട്രെയിനിങ്ങിന്റെ തുടക്കത്തിൽ ഇൻപുട്ട് കൊടുത്താൽ കൃത്യമായി ഔട്ട് പുട്ട് കിട്ടുന്നതിനുള്ള വെയിറ്റുകൾ നമുക്ക് അറിയില്ല. അത് കണ്ടുപിടിക്കുന്നതിനായി നമ്മൾ വെയിറ്റുകളെ റാൻഡം സംഖ്യകൾ ഉപയോഗിച്ച് ഇനിഷ്യലൈസ് ചെയ്യും. തുടർന്ന് ഒരു ഇൻപുട്ട് കൊടുത്ത് നോക്കും കൃത്യമായ ഔട്ട്പുട്ട് കിട്ടുന്നില്ലെങ്കിൽ വെയിറ്റുകളുടെ മൂല്യം ചെറുതായി കൂട്ടുകയോ കുറയ്ക്കുകയോ ചെയ്യും തുടർന്ന് അടുത്ത ഇൻപുട്ട് കൊടുക്കും ആ ഇൻപുട്ടിന്റെ ഔട്ട്പുട്ട് പരിശോധിക്കും കൃത്യമായ ഔട്ട്പുട്ടല്ല ലഭിക്കുന്നതെങ്കിൽ മേൽ പറഞ്ഞ രീതിയിൽ വെയിറ്റുകളെ വീണ്ടും അഡ്ജസ്റ്റ് ചെയ്യും ഇങ്ങനെ നിരവധി തവണ ചെയ്യുമ്പോൾ എല്ലാ ഇൻപുട്ടുകൾക്കും കൃത്യമായ ഔട്ട്പുട്ട് ഉണ്ടാക്കുന്ന ഒരു സെറ്റ് വെയ്റ്റുകളിൽ നാമെത്തും.

ഒരു ഉദാഹരണം പറയാം; ഒരിക്കൽ വെയിറ്റുകളുടെ വില സ്ഥിരപ്പെടുത്തിക്കഴിഞ്ഞാൽ ഇൻപുട്ടുകൾക്ക് അനുസരിച്ച് മേൽക്കാണിച്ചിട്ടുള്ള പെർസെപ്ട്രോൺ +1 അല്ലെങ്കിൽ -1 എന്ന ഔട്ട്പുട്ടാകും തരുക. ഇതിന് പകരം പൂജ്യത്തിനും ഒന്നിനുമിടയിലുള്ള റിയൽ നമ്പരുകളെ ഔട്ട്പുട്ടായി തരുന്ന ന്യൂറോണുകളെയും ഉണ്ടാക്കാനാകും. അതിനായി തയ്യാർ ചെയ്ത ആക്ടിവേഷൻ ഫങ്ഷൻ ഉപയോഗിച്ചാൽ മതി.

മേൽക്കാണിച്ച പെർസെപ്ട്രോണിന് ചില പരിമിതികളുണ്ട് ഉദാഹരണത്തിന് ബൂളിയൻ ലോജിക്കിലെ XOR ഫങ്ഷനുവേണ്ട വെയിറ്റുകൾ കണ്ടെത്താനാകില്ല. എക്സ്ക്ലൂസീവ് OR (Exclu-



sively-OR)-ന്റെ ചുരുക്കെഴുത്താണ് XOR. ഡിജിറ്റൽ ലോജിക്ക് സർക്യൂട്ടുകളിൽ ഒരു XOR ഗെയ്റ്റ് എന്നതു രണ്ട് ഇൻപുട്ടുകൾ വ്യത്യസ്തമായിരിക്കുമ്പോൾ മാത്രം ട്രൂ (1 അഥവാ True) എന്ന ഔട്ട്പൂട്ട് തരുന്ന ഗേറ്റ് ആണ്. രണ്ടു ഇൻപുട്ടുകളും ഒരുപോലെയായാൽ XOR മൂല്യം ഫാൾസ് (0 അഥവാ False) ആയിരിക്കും. ഇത്തരം പ്രശ്നങ്ങൾ പരിഹരിക്കാൻ കൂടുതൽ ന്യൂറോണുകളുള്ള ഒരു നെറ്റ്‌വർക്ക് ഉണ്ടാക്കുകയാണ് ചെയ്യുക. ഇത്തരം ഒരു ന്യൂറൽ നെറ്റ്‌വർക്ക് ചിത്രം 3-ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.



ചിത്രം 3

ഈ നെറ്റ്‌വർക്കിന് ഒന്നിലധികം ലയറുകളുണ്ട്. ഓരോ ലയറിലും നിരവധി വെയിറ്റുകളും ഈ വെയിറ്റുകളെ കൃത്യമായി അഡ്ജസ്റ്റ് ചെയ്തെടുക്കുക എന്നത് ശ്രമകരമാണ്. ഒരിക്കൽ നെറ്റ്‌വർക്കിനെ ട്രെയിൻ ചെയ്തു കഴിഞ്ഞാൽ ട്രെയിനിങ്ങിൽ ഉപയോഗിക്കാത്ത ഡാറ്റയെയും തിരിച്ചറിയാൻ ഇതിനു സാധിക്കും.

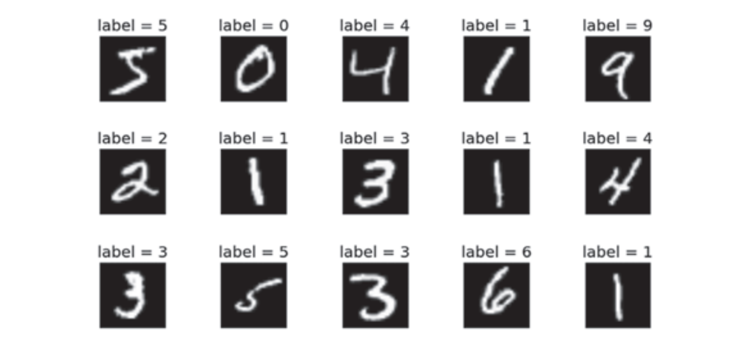
പ്രായോഗികമായി ഇത്തരമൊരു ന്യൂറൽ നെറ്റ്‌വർക്കിനെ എങ്ങനെയാണ് പരിശീലിപ്പിച്ച് എടുക്കുന്നത് എന്ന് പരിശോധിക്കാം, ഇതിനായി നമുക്ക് ഒരു ഡാറ്റാ സെറ്റ് ആവശ്യമുണ്ട് ഡാറ്റാ സെറ്റിൽ നമുക്ക് ആവശ്യമുള്ള ഡാറ്റ എന്താണെന്നും അതിന്റെ ലേബൽ എന്താണെന്നും പ്രതിപാദിച്ചിരിക്കും. ചിത്രം 4-ൽ കൈകൊണ്ട് എഴുതിയ അക്കങ്ങളെ തിരിച്ചറിയുന്നതിനായി ഉണ്ടാക്കിയ MNIST (മോഡിഫൈഡ് നാഷണൽ ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ട് ഓഫ് സ്റ്റാൻഡേർഡ്സ് ആൻഡ് ടെക്നോളജി) എന്ന ഡാറ്റാ സെറ്റിലെ ചില സാമ്പിളുകൾ കൊടുത്തിട്ടുണ്ട്.

ന്യൂറൽ നെറ്റ്‌വർക്കുകളെ ട്രെയിൻ ചെയ്യുന്ന സാങ്കേതിക വിദ്യ ഏകദേശം മുപ്പതു വർഷങ്ങൾക്കു മുമ്പുതന്നെ കണ്ടെത്തിയിരുന്നു. എങ്കിലും ആവശ്യമായ ഡാറ്റയും കമ്പ്യൂട്ടിങ് പവറും അക്കാലത്ത് ലഭിച്ചിരുന്നില്ല. നെറ്റ്‌വർക്കുകളെ ട്രെയിൻ ചെയ്യുന്നതിന് വലിയതോതിൽ ഗണിത ക്രിയകൾ നടത്തേണ്ടതുണ്ട്. ഇതിന് വലിയ തോതിൽ കമ്പ്യൂട്ടിങ് ശേഷി ആവശ്യമാണ്. സാധാരണ കമ്പ്യൂട്ടറുകളിൽ പരിശീലനം ആഴ്ചകളോളം നീണ്ടു നിന്നേക്കാം. പാരലൽ കമ്പ്യുട്ടിങ്ങ് ഹാർഡ് വെയറുകൾ ഉപയോഗിച്ചാൽ നെറ്റ്‌വർക്ക് പരിശീലനം എളുപ്പത്തിലാക്കാൻ കഴിയും.

MNIST ഡാറ്റാസെറ്റ് വിവിധ ഇമേജ് പ്രോസസ്സിങ് സിസ്റ്റങ്ങളെ പരിശീലിപ്പിക്കുന്നതിന് സാധാരണയായി ഉപയോഗിക്കുന്ന കൈയെഴുത്ത് അക്കങ്ങളുടെ ഒരു വലിയ ഡാറ്റാബേസാണ്. മെഷീൻ ലേണിങ് മേഖലയിലെ വിവിധ ഇമേജ് പ്രോസസ്സിങ് അൽഗോരിതങ്ങളുടെ ട്രെയിനിങ്ങിനു ഈ ഡാറ്റാബേസ് വ്യാപകമായി ഉപയോഗിക്കുന്നു. MNIST ഡാറ്റാബേസിൽ 60,000 പരിശീലന ചിത്രങ്ങളും 10,000 ടെസ്റ്റിംഗ് ചിത്രങ്ങളും അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. കൈ കൊണ്ട് എഴുതിയ അക്കങ്ങളെ 28x28 പിക്സൽ സൈസുള്ള ചിത്രങ്ങൾ ആയിട്ടാണ് ഡാറ്റാ സെറ്റിൽ ശേഖരിച്ചിട്ടുള്ളത്. ഓരോ ചിത്രവും ഏത് അക്ഷരമാണ് എന്ന വിവരം ലേബലിൽ ലഭ്യമാണ്. ഓരോന്നിനും അതിന്റെ 0 മുതൽ 255 വരെയുള്ള ഗ്രേസ്കെയിൽ മൂല്യം ഉണ്ടാവും.

നമുക്ക് ഇത്തരം ഒരു ഡാറ്റാ സെറ്റ് ഉപയോഗിച്ച് ന്യൂറൽ നെറ്റ്‌വർക്കിനെ പരിശീലിപ്പിക്കുന്നത് എങ്ങനെയാണെന്ന് നോക്കാം.

ചിത്രം 5-ൽ ഇത്തരം ഒരു ന്യൂറൽ നെറ്റ്‌വർക്ക് കൊടുത്തിട്ടുണ്ട്, ഈ നെറ്റ്‌വർക്കിന് ഇൻപുട്ടായി മേൽപറഞ്ഞ അക്കങ്ങളുടെ ചിത്രങ്ങളാണ് കൊടുക്കുക. ഈ നെറ്റ്‌വർക്കിന് മൂന്ന് ലയറുകൾ ഉണ്ട്. ഇൻപുട്ട് ലയറിൽ 784 ന്യൂറോണുകൾ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു (നമുക്ക് 28x28 = 784 പിക്



ചിത്രം 4

സലുകളാണുള്ളത്). ഇൻപുട്ട് ലയറിനെ 100 ന്യൂറോണുകളുള്ള ഒരു ഹിഡൻ ലയറിലേക്ക് ബന്ധിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു തുടർന്ന് 10 ന്യൂറോണുകളുള്ള ഒരു ഔട്ട്പുട്ട് ലെയറിലേക്കും. ഈ ലയറിലാണ് നമ്മൾ അക്കങ്ങളെ തിരിച്ചറിയുന്നത്. നെറ്റ്‌വർക്കിന്റെ ഔട്ട്പുട്ട് ലയറിൽ 0 മുതൽ 9 വരെയുള്ള സംഖ്യകൾക്ക് ഓരോന്നിനും ഓരോ ന്യൂറോൺ ഉണ്ട് നമ്മൾ കൊടുക്കുന്ന ഇൻപുട്ട്, നെറ്റ്‌വർക്ക് കൃത്യമായി തിരിച്ചറിഞ്ഞാൽ പ്രസ്തുത അക്കത്തിന്റെ നേരെയുള്ള ന്യൂറോൺ മാത്രം 1 ആയിരിക്കും മറ്റുള്ളവ എല്ലാം പൂജ്യത്തിലും.

ഇനി എങ്ങനെയാണ് ട്രെയിനിങ് നടത്തുന്നതെന്ന് നോക്കാം. ആദ്യമായി നമ്മൾ നെറ്റ്‌വർക്കിലെ എല്ലാ വെയിറ്റ്കളെയും റാൻഡമായി ഇനിഷ്യലൈസ് ചെയ്യും. തുടർന്ന് ഒരു ചിത്രം നെറ്റ്‌വർക്കിനെ കാണിക്കും. വെയിറ്റ്കൾ റാൻഡം ആയതിനാൽ ഏതെങ്കിലും ഒരു അക്കം ആയിട്ടായിരിക്കും നെറ്റ്‌വർക്ക് ചിത്രത്തെ തിരിച്ചറിയുക. നമുക്കുവേണ്ട യഥാർഥ അക്കവും നെറ്റ്‌വർക്ക് തിരിച്ചറിഞ്ഞ അക്കവും തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസത്തിന് അനുസരിച്ചാണ് ഇനി വെയിറ്റുകളെ ക്രമപ്പെടുത്തേണ്ടത്. ഇതിനായി ബാക്ക് പ്രൊപ്പഗേഷൻ എന്ന അൽഗോരിതം ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഇങ്ങനെ വെയ്റ്റിനെ ക്രമപ്പെടുത്തിയതിനുശേഷം അടുത്ത ഇൻപുട്ട് കൊടുക്കും. ഇപ്പോഴും കൃത്യമായ അക്കം തിരിച്ചറിയണമെന്നില്ല അങ്ങനെ വന്നാൽ ബാക്ക് പ്രൊപ്പഗേഷൻ ഉപയോഗിച്ച് വെയിറ്റ്കളെ വീണ്ടും ക്രമീകരിക്കും. ഇങ്ങനെ നമുക്ക് ലഭ്യമായ ഡാറ്റയെല്ലാം ഉപയോഗിച്ച് പലതവണ ട്രെയിനിങ് നടത്തും, എല്ലാ ഡാറ്റയിലും കൃത്യമായ അക്കങ്ങൾ ഔട്ട് പുട്ടായി കാണിക്കുമ്പോൾ ട്രെയിനിങ് അവസാനിപ്പിക്കാം. ഈ നെറ്റ്‌വർക്കിന്റെ ഇൻപുട്ടിൽ ഇതുവരെ ഉപയോഗിച്ചിട്ടില്ലാത്ത ഒരു അക്കത്തിന്റെ ചിത്രം കൊടുത്താൽ ആ ചിത്രത്തിലുള്ള അക്കം ഏതാണെന്ന് കൃത്യമായി പ്രവചിക്കാൻ നെറ്റ്‌വർക്കിനു സാധിക്കും. ഇത്തരം പ്രവചനങ്ങൾ നടത്തുന്നതിന് വേണ്ടി സാധാരണ ഡേറ്റാ സെറ്റിന് ഒപ്പം ചെറിയ ഒരു ടെസ്റ്റ് സെറ്റ് കൂടി കൊടുക്കാറുണ്ട്.

ഈ രീതിയിൽ ന്യൂറൽ നെറ്റ്‌വർക്കുകളെ ട്രെയിൻ ചെയ്യുന്ന സാങ്കേതിക വിദ്യ ഏകദേശം മുപ്പതു വർഷങ്ങൾക്കു മുമ്പുതന്നെ കണ്ടെത്തിയിരുന്നു. എങ്കിലും ആവശ്യമായ ഡാറ്റയും കമ്പ്യൂട്ടിങ് പവറും അക്കാലത്ത് ലഭിച്ചിരുന്നില്ല. നെറ്റ്‌വർക്കുകളെ ട്രെയിൻ ചെയ്യുന്നതിന് വലിയതോതിൽ ഗണിത ക്രിയകൾ നടത്തേണ്ടതുണ്ട്. ഇതിന് വലിയ തോതിൽ കമ്പ്യൂട്ടിങ് ശേഷി ആവശ്യമാണ്. സാധാരണ കമ്പ്യൂട്ടറുകളിൽ പരിശീലനം ആഴ്ചകളോളം നീണ്ടു നിന്നേക്കാം. പാരലൽ കമ്പ്യൂട്ടിങ് ഹാർഡ് വെയറുകൾ ഉപയോഗിച്ചാൽ നെറ്റ് വർക്ക് പരിശീലനം എളുപ്പത്തിലാക്കാൻ കഴിയും.

2000-ത്തിനുശേഷം പാരലൽ കമ്പ്യൂട്ടേഷന് കഴിവുകളുള്ള ഗ്രാഫിക് പ്രോസസ്സിങ് യൂണിറ്റ് (GPU) ലഭ്യമായിത്തുടങ്ങി. അതുകൂടാതെ ഇന്റർനെറ്റിലൂടെ ലക്ഷക്കണക്കിന് ഡാറ്റ ശേഖരിക്കുന്നതിനും സൂക്ഷിക്കുന്നതിനുമുള്ള പല സങ്കേതങ്ങളും നിലവിൽ വന്നു. അതിനാൽ, സമീപകാലത്ത് നിർമിതബുദ്ധി അൽഗോരിതങ്ങളിൽ ന്യൂറൽ നെറ്റ്‌വർക്ക് വ്യക്തമായ മേൽക്കൈ നേടിയിട്ടുണ്ട്.

നിത്യജീവിതത്തിൽ നമ്മൾ ഉപയോഗിക്കുന്ന പല ആപ്പുകളിലും മേൽക്കാണിച്ച രീതിയിൽ പരിശീലിപ്പിക്കപ്പെട്ട ന്യൂറൽ നെറ്റ്‌വർക്കുകൾ ഒളിച്ചിരുപ്പുണ്ട്. അതിൽ ചില ഉദാഹരണങ്ങൾ ചുവടെ ചേർക്കുന്നു.

ഫേസ് റക്കഗ്നിഷൻ

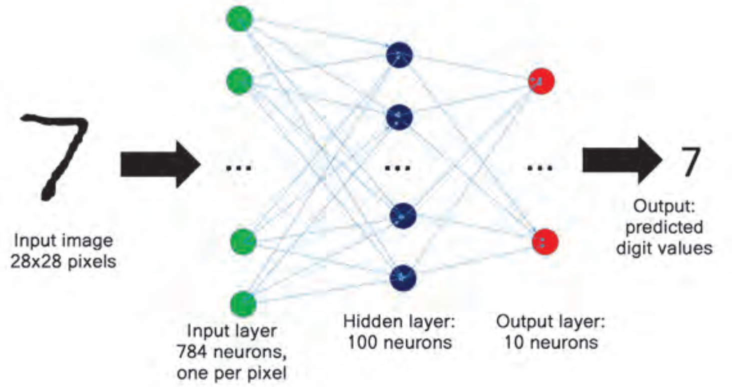
ചില സ്മാർട്ട്ഫോൺ ആപ്പുകൾക്ക് മുഖം നോക്കി ഒരു വ്യക്തിയുടെ പ്രായം തിരിച്ചറിയാൻ കഴിയും. മുഖത്തിന്റെ സവിശേഷതകളും വിഷ്വൽ പാറ്റേൺ തിരിച്ചറിയലും അടിസ്ഥാനമാക്കിയാണ് ഇതിനുള്ള നെറ്റ്‌വർക്കിനെ പരിശീലിപ്പിച്ചിട്ടുള്ളത്.

കാലാവസ്ഥാ പ്രവചനം

വിവിധ കാലാവസ്ഥാ പാറ്റേണുകൾ മനസ്സിലാക്കാനും പ്രവചിക്കാനും ന്യൂറൽ നെറ്റ്‌വർക്കുകൾക്ക് കഴിയും.

സ്പീച്ച് റക്കഗ്നിഷനും കൈയെഴുത്തും

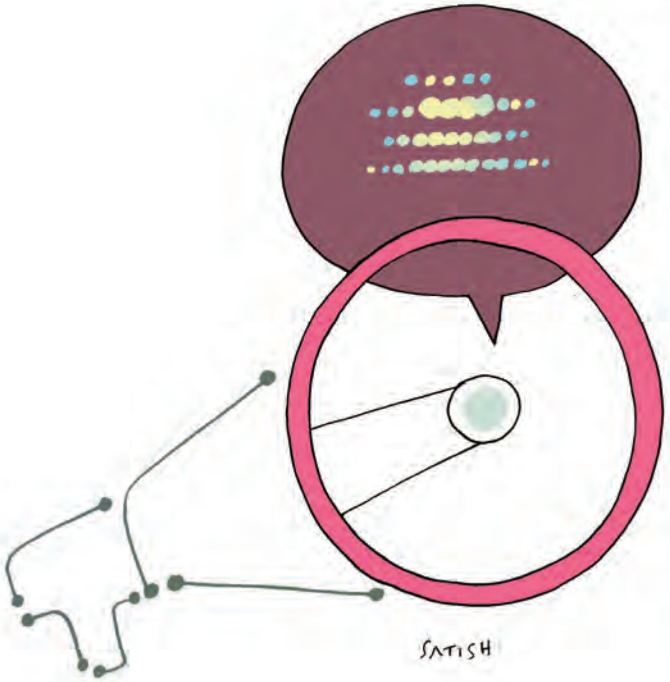
നമ്മുടെ സ്മാർട്ട് ഫോണുകളിൽ ശബ്ദം തിരിച്ചറിഞ്ഞ് ടെക്സ്റ്റാക്കുന്നതിനും സെർച്ച് ചെയ്യുന്നതിനുമൊക്കെ സൗകര്യങ്ങളുണ്ട്. ഇതിന്റെ പിറകിൽ പരിശീലനം സിദ്ധിച്ച ന്യൂറൽ നെറ്റ്‌വർക്ക് ആണുള്ളത്. അതുപോലെ സ്മാർട്ട്ഫോണിൽ കൈവിരൽ ഉപയോഗിച്ച് എഴുതാറില്ലേ. അതിന്റെ പിറകിലും ന്യൂറൽ നെറ്റ്‌വർക്ക് തന്നെയാണ്.



ചിത്രം 5

(ആറ്റിങ്ങൽ ഗവൺമെന്റ് എഞ്ചിനീയറിങ് കോളേജ് പ്രിൻസിപ്പലാണ് ഡോ. സുനിൽതോമസ് തോണിക്കുഴിയിൽ; സി. പ്രേംശങ്കർ കേരള സർവകലാശാല ഫ്യൂച്ചേഴ്സ് പഠന വിഭാഗം അസിസ്റ്റന്റ് പ്രൊഫസറും.)

ഇമെയിൽ: vu2swx@gmail.com
ഫോൺ: 94461 72785



മനുഷ്യഭാഷ യന്ത്രബുദ്ധി

കാവ്യ മനോഹർ

- യന്ത്രങ്ങളുടെ ഭാഷാശേഷിയും മനുഷ്യന്റെ ഭാഷാശേഷിയും തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസം ചർച്ച ചെയ്യുന്നു.
- ഡാറ്റ സെറ്റുകൾ പരിശോധിച്ച് സമാനതകൾ കണ്ടെത്തി പ്രയോഗിക്കുന്ന മെഷീൻ ലേണിങ് പ്രവർത്തനം വിശദീകരിക്കുന്നു.
- മെഷീൻ ലേണിങ്ങിന്റെ സാധ്യതകളും പരിമിതികളും പരിശോധിക്കുന്നു.

ആമുഖം

മനുഷ്യർക്കു നൈസർഗികമായുള്ള ഒരു കഴിവാണ് ഭാഷ. കുഞ്ഞുങ്ങൾ ഏതു ഭാഷയും അവരുടെ പരിസരങ്ങളിൽ നിന്നും സ്വാഭാവികമായി നേടിയെടുക്കുന്നു. ഈ ശേഷി ഒരു കമ്പ്യൂട്ടറിന് കൈവരിക്കാൻ അത്ര എളുപ്പമല്ല. സിനിമാടിക്കറ്റ് ബുക്ക് ചെയ്യാനും ഭക്ഷണം ഓർഡർ ചെയ്യാനും മെയിലയക്കാനും അലാറം വെയ്ക്കാനുമൊക്കെ ഇംഗ്ലീഷ് ഭാഷയിൽ പറഞ്ഞാൽ ചെയ്യാൻ കഴിയുന്ന ഡിജിറ്റൽ അസിസ്റ്റന്റുകളൊക്കെ ഇന്നുണ്ട്. ഇതിനർഥം യന്ത്രങ്ങൾ ഭാഷാശേഷി കൈവരിച്ചുവെന്നാണോ? മലയാളമുൾപ്പെടെയുള്ള മറ്റു ഭാഷകളും കമ്പ്യൂട്ടറുകൾക്കു വഴങ്ങുമോ? അതിനു കൃത്രിമബുദ്ധി ആവശ്യമുണ്ടോ? ഈ വിഷയങ്ങളൊക്കെ പരിശോധിക്കുകയാണ് ഈ ലേഖനത്തിൽ.

യന്ത്രങ്ങൾക്ക് സ്വയം പഠിക്കാനാകുമോ?

ചുറ്റുപാടുമുള്ള ശബ്ദങ്ങൾ പിടിച്ചെടുക്കാനുള്ള ഉപകരണം എല്ലാ ഫോണുകളിലുമുണ്ട്. ആ ശബ്ദത്തിൽ നിന്നും സംസാരം വേർതിരിച്ച്, പറഞ്ഞതെന്തെന്ന് തിരിച്ചറിയാനുള്ള സംവിധാനം പല ഭാഷകളിലും ഇന്ന് സാധ്യമാണ്. തിരിച്ചറിഞ്ഞ സംസാരത്തിന്റെ ഉദ്ദേശ്യം മനസ്സിലാക്കി അതിലടങ്ങിയ നിർദേശം നടപ്പിലാക്കുകയെന്നത് ഒരല്പം കൂടി ബുദ്ധിമുട്ടുള്ള സംഗതിയാണ്. അതിന്റെ പ്രയോഗങ്ങൾ ഇംഗ്ലീഷ് ഭാഷയിൽ കുറച്ചൊക്കെ സാധ്യമായിട്ടുണ്ടെങ്കിലും ലോകത്തുള്ള മറ്റനേകം ഭാഷകൾ കമ്പ്യൂട്ടറിന് വഴങ്ങാൻ ഒരുപാട് കടമ്പകളുണ്ട്. പരമ്പരാഗതമായ ഭാഷാകമ്പ്യൂട്ടിങ്ങും മെഷീൻ ലേണിങ് എന്ന നവീന സാങ്കേതികവിദ്യയും ചേർന്നിട്ടാണ് ഇതിനെല്ലാമുള്ള അടിത്തറയൊ

രുക്കുന്നത്, എന്ന് ലളിതമായി പറയാം.

പരമ്പരാഗതമായ ഭാഷാകമ്പ്യൂട്ടിങ്, ഭാഷാശാസ്ത്രം എന്ന ശാസ്ത്രശാഖയെ അവലംബിച്ചാണിരിക്കുന്നത്. ഭാഷയുടെ സ്വനവിജ്ഞാനീയം, വ്യാകരണനിയമങ്ങൾ ഒക്കെ കൃത്യമായി നിർവചിക്കുക, വാക്കുകളുടെ പരസ്പരബന്ധമുൾക്കൊള്ളുന്ന നിഘണ്ടുക്കൾ നിർമിക്കുക, ഇവയെല്ലാം കോർത്തിണക്കി വാചകഘടനയും ആശയവും ഉൾക്കൊള്ളുക ഇവയൊക്കെയാണ് ഭാഷാശാസ്ത്രത്തിന്റെ വഴികൾ. അതിന്റെ കമ്പ്യൂട്ടിങ് അൽഗോരിതം തയ്യാറാക്കലാണ് അടിസ്ഥാനപരമായി ഭാഷാസാങ്കേതികവിദ്യ. ഭാഷാവിദഗ്ധരും സാങ്കേതികവിദഗ്ധരും കൈകോർക്കേണ്ട ഒരു മേഖലയാണിത്.

എന്നാൽ, ഈയൊരു ചട്ടക്കൂടിൽ നിന്നും വേറിട്ടവഴിയാണ് മെഷീൻ ലേണിങ് സങ്കേതത്തിലുള്ളത്. കൂറ്റൻ ഡേറ്റാസെറ്റാണ് മെഷീൻ ലേണിങ്ങിന്റെ കാതൽ. ലക്ഷക്കണക്കിന് വാക്കുകളും അവയുടെ ഉച്ചാരണവും അടങ്ങിയ ഒരു ഡേറ്റാസെറ്റുണ്ടെങ്കിൽ അതിൽ നിന്നും മെഷീൻ ലേണിങ് വഴി ഒരു 'വാക്കുച്ചാരണ മാതൃക' (trained pronounciation model) നിർമിച്ചെടുക്കാനാകും. ഒരു പുതിയ വാക്ക് നൽകിയാൽ, അതിന്റെ ഉച്ചാരണം അതിന് തിരിച്ചുതരാനാകും. ഈ മാതൃക നിർമിക്കാൻ ഭാഷയുടെ അക്ഷരങ്ങളും സ്വനിമ നിയമങ്ങളുമൊന്നും കൃത്യമായി പഠിക്കേണ്ടതില്ല. വലിയൊരു പദസമുച്ചയത്തിൽ നിന്നും അങ്ങനെയൊരു ക്രമം സ്വയം കണ്ടെത്തുന്ന വിധമാണ് മാതൃകാനിർമാണത്തിന്റെ അൽഗോരിതം.

രണ്ടു ഭാഷകൾക്കിടയിൽ യാന്ത്രിക തർജമയ്ക്കാവശ്യമായ മെഷീൻ ലേണിങ് മാതൃക ഉണ്ടാക്കണമെന്നിരിക്കട്ടെ, ആയിരക്കണക്കിന് വാചകങ്ങളും അവയുടെ തർജമകളും കൃത്യമായി അടയാളപ്പെടുത്തിയ ഒരു വലിയ ഡേറ്റാസെറ്റാണ് നമുക്കാദ്യം വേണ്ടത്. ഇനി ഇതിലേക്ക് ഒരു വാചകം നൽകിയാൽ തിരികെ കിട്ടുന്നത് അതിന്റെ തർജമയായിരിക്കും. ഇവിടെയും വ്യകാരണനിയമങ്ങളൊക്കെ കൃത്യമായി പഠിച്ചെടുക്കലല്ല, ആയിരക്കണക്കിനു വാചകങ്ങളിൽ നിന്നും സ്വയമൊരു ക്രമം കണ്ടെത്തുകയാണ് മെഷീൻ ലേണിങ് അൽഗോരിതം.

ജിമെയിലിലെ സ്പാം മെയിലുകൾ വേർതിരിക്കുന്നതിനൊക്കെ ഗൂഗിൾ ഉപയോഗിക്കുന്ന വിദ്യ ഇതിനു സമാനമാണ്. ലക്ഷക്കണക്കിന് സ്പാം മെയിലുകൾ അടയാളപ്പെടുത്തിക്കൊടുത്താൽ ഒരു മെഷീൻ ലേണിങ് സങ്കേതത്തിന് ഒരു സ്പാം മെയിൽ വേർതിരിക്കൽ മോഡലുണ്ടാക്കാനാകും. പുതിയൊരു മെയിൽ കണ്ടാൽ സ്പാം ആണോ അല്ലയോ എന്ന് അതിന് തിരിച്ചറിയാനുമാകും. ഒരു കുട്ടി തന്റെ ചുറ്റുപാടിൽ നിന്നും സ്വാഭാവികമായി ഭാഷ പഠിച്ചെടുക്കുന്നതിനു സമാനമായി തനിക്കു ലഭ്യമായ ഡാറ്റയിൽ നിന്നും യന്ത്രം അറിവ് നേടുകയാണ് എന്നതാണ് ഇവിടെ സങ്കൽപ്പം.

യന്ത്രങ്ങളെ ഭാഷ പഠിപ്പിക്കുന്നതെങ്ങനെ?

വളരെ കൃത്യമായ പ്രോഗ്രാമിങ് നിർദേശങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കാൻ പറ്റുന്ന സന്ദർഭങ്ങളിൽ മെഷീൻ ലേണിങ്ങിന്റെ ആവശ്യം വരുന്നില്ല. ഉദാഹരണത്തിന് മലയാളത്തിന്റെ ഉച്ചാരണനിയമങ്ങൾ ഇംഗ്ലീഷിനെ അപേക്ഷിച്ച് കൃത്യതയുള്ളതാണ്. ആ നിയമങ്ങൾ കൃത്യമായെഴുതിയാൽ മലയാള ലിപി കമ്പ്യൂട്ടറുപയോഗിച്ച് വായിക്കാനുള്ള ഒന്നാമത്തെ കടമ്പ പൂർത്തിയാകും. എന്നാൽ, ഇംഗ്ലീഷ് വാക്കുകൾ എങ്ങനെ ഉച്ചരിക്കണമെന്നതിന്റെ നിയമങ്ങൾ സങ്കീർണമായതുകൊണ്ട് അതിനായി ഒരു മെഷീൻ ലേണിങ് മോഡൽ നിർമിക്കുന്നതാകും എളുപ്പം. ലക്ഷക്കണക്കിന് ഇംഗ്ലീഷ് വാക്കുകളും അവയുടെ ഉച്ചാരണവും കൊണ്ട് പരിശീലിപ്പിച്ചിട്ടാണ് ആണ് സ്വയമേവ പുതിയ വാക്കുകളുടെ ഉച്ചാരണം തരാൻ കഴിയുന്ന യന്ത്രസംവിധാനങ്ങൾ നിർമിച്ചെടുക്കുന്നത്. മെഷീൻ ലേണിങ് വഴി ഇതു സാധ്യമാക്കാൻ അതിനുപറ്റിയ അൽഗോരിതങ്ങളാണ് അടുത്തതായി ആവശ്യം. ഒപ്പം അതീവ കാര്യക്ഷമതയാർന്ന പ്രോസസ്സറുകളും.

ഡാറ്റാസഞ്ചയത്തിൽ നിന്നും മാതൃക നിർമിക്കുവാനുള്ള അൽഗോരിതത്തിന് പ്രവർത്തിക്കാൻ സാധാരണ ലാപ്ടോപ്പുകളിലുള്ള ഇന്റലിന്റെ പ്രോസസ്സറുകൾ മതിയാകില്ല. ഗണിതക്രിയകൾ പെട്ടെന്നു ചെയ്യാനാവുന്ന ഗ്രാഫിക്കൽ പ്രോസസ്സിങ് യൂണിറ്റുകൾ (ജി.പി.യു.) എൻവിഡിയ കമ്പനി പുറത്തിറക്കുന്നുണ്ട്[1]. ഭീമമായ കമ്പ്യൂട്ടിങ് പവർ ഉണ്ടെങ്കിൽ പോലും ഡാറ്റാസഞ്ചയത്തിനുമേൽ ദിവസങ്ങളും ആഴ്ചകളുമെടുത്ത് പ്രവർത്തിച്ചാലാണ് ഭാഷാകമ്പ്യൂട്ടിങ് മേഖലയിലെ ഒരു മെഷീൻ ലേണിങ് മാതൃക നിർമിക്കാനാകുക. സങ്കീർണ

മായ കണക്കുകൂട്ടലുകൾ വേഗത്തിൽ ചെയ്യാനാവശ്യമായ ഹാർഡ്‌വെയറാണ് ജി.പി.യു. വിലുള്ളത്. ഡാറ്റയിൽ നിന്നും സവിശേഷതകൾ കണ്ടെത്തുന്നതിനുള്ള കണക്കുകൂട്ടലുകൾ വളരെ സങ്കീർണമാണ്. ഡാറ്റയുടെ അളവും കൃത്യതയും വർധിക്കുന്തോറും മെഷീൻ ലേണിങ് മാതൃക മെച്ചപ്പെടും. പക്ഷേ, അതിന് വിലയേറിയ ജി.പി.യു.കൾ ഒരുപാടെണ്ണം ഒരുമിച്ച് പ്രവർത്തിപ്പിക്കേണ്ടിവരും. സാധാരണ ഗവേഷകർക്ക് അപ്രാപ്യമായ വിധത്തിൽ ചെലവേറിയതാവുകയാണ് ഈ മേഖല. അതായത്, ഈ വഴിയിലൂടെയുള്ള ഭാഷാസാങ്കേതികവിദ്യാ ഗവേഷണം ഹാർഡ്‌വെയർ ലഭ്യതയുള്ളവരുടെ കയ്യിൽ മാത്രമായൊതുങ്ങാനും സാധ്യതയുണ്ട്.

സാധ്യതകൾ പരിമിതികൾ

ചിത്രങ്ങൾക്ക് സ്വയമേവ അടിക്കുറിപ്പെഴുതുക, ഒരു വലിയ ഖണ്ഡിക സംഗ്രഹിക്കുക, ചോദ്യങ്ങൾക്ക് ഉത്തരംകണ്ടെത്തുക തുടങ്ങി ഉയർന്നനിലയിലുള്ള ഭാഷാനൈപുണി പോലും മെഷീൻ ലേണിങ് വഴി കമ്പ്യൂട്ടറുകൾക്ക് സ്വായത്തമാക്കാനാകുമ്പോൾ അവ മനുഷ്യസമാനമായ ഒരു ബൗദ്ധികശേഷി ആർജിച്ചുകഴിഞ്ഞതായി സ്വാഭാവികമായും നമുക്കു തോന്നും. 'ആർട്ടിഫിഷ്യൽ ജനറൽ ഇന്റലിജൻസ്' എന്ന് പൊതുവേ വിളിക്കപ്പെടാറുള്ള ഈ സങ്കൽപ്പം പക്ഷേ, യാഥാർഥ്യത്തിൽ നിന്നും വളരെയേറെ അകലെയാണ്.

മേൽപ്പറഞ്ഞ ഓരോ പ്രവൃത്തിക്കുമുള്ള മെഷീൻ ലേണിങ് മാതൃകകൾക്ക് നിയുക്തമായ ആ പ്രവൃത്തി മാത്രമേ ചെയ്യാൻ കഴിയാറുള്ളൂ. ഇതുപോലെ ഒരുകൂട്ടം പ്രവൃത്തികൾ ചെയ്യാൻ കഴിയുന്ന യന്ത്രസംവിധാനങ്ങൾ മെഷീൻ ലേണിങ് വഴി നമുക്കിന്നു നിർമിച്ചെടുക്കാൻ കഴിഞ്ഞിട്ടുണ്ടെന്നുള്ളത് വാസ്തവമാണ്. അങ്ങനെ, ഒന്നിലധികം പ്രവൃത്തികൾക്കുള്ളവ കോർത്തിണക്കിയാലും മനുഷ്യസമാനമായ യുക്തി (ഇന്റലിജൻസ്)മെഷീനിൽ സാധ്യമാകില്ല എന്ന് ഓർക്കേണ്ടതുണ്ട്. 'പൂച്ച പൂച്ച'യെന്ന് പലവട്ടം കേൾക്കുന്ന തത്തയ്ക്ക് ആ വാചകം ആവർത്തിക്കാൻ കഴിയുമെന്നല്ലാതെ സന്ദർഭോചിതമായി അർഥം മനസ്സിലാക്കാനാകില്ലല്ലോ.

മെഷീൻ ലേണിങ് വഴി നിർമിക്കുന്ന സംവിധാനങ്ങളുടെ കൃത്യതയെക്കുറിച്ച് മുൻകൂട്ടി പ്രവചനമൊന്നും സാധ്യവുമല്ല. അത് മിക്കപ്പോഴും ഡാറ്റാസഞ്ചയത്തിന്റെ കൃത്യതയെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കും. ഗൂഗിളിന്റെ യാന്ത്രികതർജമ ആദ്യം റിലീസ് ചെയ്തകാലത്ത് തികച്ചും അനുപയുക്തമായിരുന്നത് ഉപയോഗിച്ചുനോക്കിയവർക്ക് ഓർമയിലുണ്ടാകും. എന്നാൽ, കാലക്രമേണ കൂടുതൽ വലിയ ഡാറ്റയ്ക്കു മുകളിൽ പ്രവർത്തിച്ചു തുടങ്ങിയതോടെ അത് മെച്ചപ്പെടുകയുണ്ടായി. എന്നാൽ, ട്രെയിനിങ്ങിനുപയോഗിച്ച ഡാറ്റയേക്കാൾ മെച്ചപ്പെടാൻ ഒരിക്കലും ഇതിന് സാധിക്കുകയില്ല.

ചുറ്റുപാടുമുള്ള ശബ്ദങ്ങൾ പിടിച്ചെടുക്കാനുള്ള ഉപകരണം എല്ലാ ഫോണുകളിലുമുണ്ട്. ആ ശബ്ദത്തിൽ നിന്നും സംസാരം വേർതിരിച്ച്, പറഞ്ഞതെന്തെന്ന് തിരിച്ചറിയാനുള്ള സംവിധാനം പല ഭാഷകളിലും ഇന്ന് സാധ്യമാണ്. തിരിച്ചറിഞ്ഞ സംസാരത്തിന്റെ ഉദ്ദേശ്യം മനസ്സിലാക്കി അതിലടങ്ങിയ നിർദേശം നടപ്പിലാക്കുകയെന്നത് ഒരല്പം കൂടി ബുദ്ധിമുട്ടുള്ള സംഗതിയാണ്. അതിന്റെ പ്രയോഗങ്ങൾ ഇംഗ്ലീഷ് ഭാഷയിൽ കുറച്ചൊക്കെ സാധ്യമായിട്ടുണ്ടെങ്കിലും ലോകത്തുള്ള മറ്റനേകം ഭാഷകൾ കമ്പ്യൂട്ടറിന് വഴങ്ങാൻ ഒരുപാട് കടമ്പകളുണ്ട്. പരമ്പരാഗതമായ ഭാഷാകമ്പ്യൂട്ടിങ്ങും മെഷീൻ ലേണിങ് എന്ന നവീന സാങ്കേതികവിദ്യയും ചേർന്നിട്ടാണ് ഇതിനെല്ലാമുള്ള അടിത്തറയൊരുക്കുന്നത്, എന്ന് ലളിതമായി പറയാം.

ഒരു വാക്കോ വാചകമോ നൽകിയാൽ അതിന്റെ തുടർച്ചയായി വരാൻ സാധ്യതയുള്ള വാചകങ്ങളെ പ്രവചിക്കുന്ന ഭാഷാമാതൃകകൾ ധാരാളമായി അടുത്തിടെ നിർമിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. ഈമെയിൽ ടൈപ്പ് ചെയ്തുകൊണ്ടിരിക്കുമ്പോൾ നാം എഴുതാൻ പോകുന്നത് പ്രവചിച്ചു സൂചന നൽകുന്ന സംവിധാനമൊക്കെ ഇതിന്റെ പ്രയോഗ സാധ്യതയാണ്. ഇന്റർനെറ്റിൽ ലഭ്യമായ എഴുത്തുകൾ ഉപയോഗിച്ചു പരിശീലിപ്പിക്കുന്ന ഇത്തരം സംവി

ധാനങ്ങളിൽ ആ ഡാറ്റയിലുള്ള മുഴുവൻ ഭാഷാവൈകല്യവും പക്ഷപാതവുമെല്ലാം കടന്നു വരുകയും ആളുകൾ അതുപയോഗിക്കുമ്പോൾ ആ വൈകല്യങ്ങൾ ഭാഷയിൽ ഉറച്ചുപോകുകയും ചെയ്യും.

ഇതിനേക്കാളുപരി മെഷീൻ ലേണിങ് അടക്കമുള്ള സാങ്കേതികവിദ്യ കൊണ്ട് നിർമിച്ച 'ബുദ്ധിയുള്ള യന്ത്രങ്ങളെ' എന്തിനൊക്കെ ഉപയോഗിക്കുന്നുവെന്നത് നൈതികതയുമായി ബന്ധപ്പെട്ട വിഷയമാണ്. മുഖവും ചലനവും നോക്കി ഒരാൾ കുറ്റകൃത്യത്തിലേർപ്പെടാനുള്ള സാധ്യത പ്രവചിക്കുന്ന യന്ത്രസംവിധാനങ്ങളെ സങ്കൽപ്പിച്ചു നോക്കൂ. പോലീസും കോടതിയും അന്ധമായി അതിനെ ആശ്രയിക്കാൻ തുടങ്ങിയാലോ?. ഒരു യന്ത്രത്തിന്റെ പിഴവുകൊണ്ട് ആരും ഏതുനിമിഷവും കുറ്റവാളിയാക്കപ്പെടുമോയെന്ന ആധിയിൽ ജീവിക്കേണ്ടി വരില്ലേ? ആർട്ടിഫിഷ്യൽ ഇന്റലിജൻസ് ഗവേഷണങ്ങൾക്കു മുൻകൈയെടുക്കുന്ന വൻകിട കമ്പനികൾ ഇതൊന്നും കാര്യമാക്കാറില്ല എന്നതാണ് സത്യം. ഇത്തരം കാര്യങ്ങളുൾപ്പെടെയുള്ള മെഷീൻ ലേണിങ്ങിലെ നൈതികവിഷയങ്ങൾ, വലിയ തോതിലുള്ള ട്രെയിനിങ്ങിനാവശ്യമായ പ്രോസസ്സിങ് പവർ, അതിന്റെ ചെലവ്, പാരിസ്ഥിതാഘാതം ഇവയെല്ലാം വിശദമായി ചർച്ച ചെയ്യുന്ന പ്രബന്ധം പ്രസിദ്ധീകരിച്ച സംഘത്തിലുണ്ടായിരുന്ന ഗവേഷകരെ ഗൂഗിൾ പിന്നീട് പിരിച്ചുവിട്ടത് അടുത്തിടെ വലിയ വിവാദമാകുകയുണ്ടായി [2][3]

പ്രാദേശികഭാഷകളും മെഷീൻലേണിങ്ങും

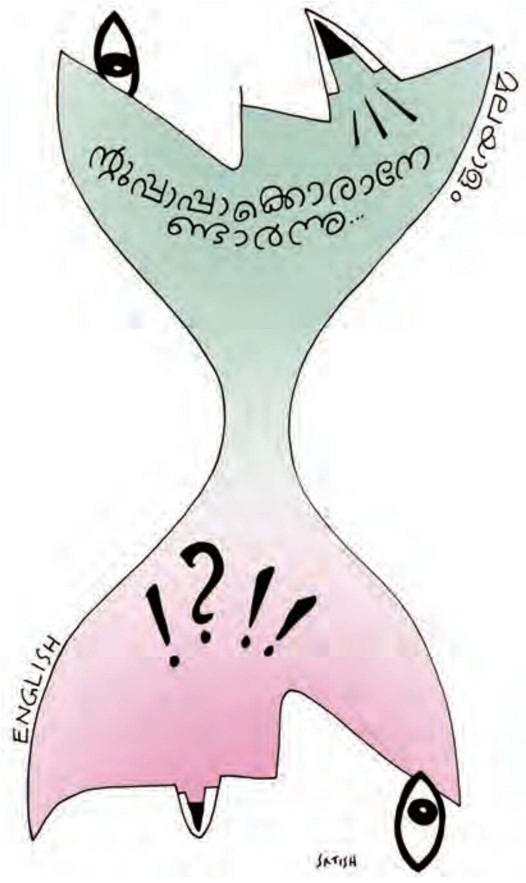
മലയാളം ഉൾപ്പെടെയുള്ള ധാരാളം ലോകഭാഷകൾ വിഭവദരിദ്ര (low resource) ഗണത്തിൽപ്പെടുന്നതാണ്. അതായത്, നല്ലരീതിയിൽ പരിപാലിക്കപ്പെടുന്ന കൃത്യമായി രേഖപ്പെടുത്തിയ കമ്പ്യൂട്ടിങ് വ്യാകരണനിയമങ്ങളോ ഡാറ്റാസഞ്ചയമോ ഇല്ലാത്ത ഭാഷകൾ. ഡാറ്റ വലിയ തോതിൽ ലഭ്യമല്ലാത്ത പ്രവർത്തനങ്ങൾക്കായി മെഷീൻ ലേണിങ്ങിനെ തന്നെ ആശ്രയിക്കണമെന്നില്ല. ഡാറ്റാശേഖരത്തിന്റെ അഭാവത്തിൽ പോലും പിശകുകളില്ലാത്ത മലയാളം ഭാഷാകമ്പ്യൂട്ടിങ് സാധ്യമാക്കാനാകുന്ന മലയാളം മോർഫോളജി അനലൈസർ, വ്യാകരണനിയമങ്ങൾക്കായി കൃത്യമായ അൽഗോരിതം നിർമിക്കുന്ന പ്രോജക്ടാണ്. വിഭവദരിദ്ര ഭാഷകൾക്ക് പിന്തുടരാനാകുന്ന ഒരു മാതൃകയായിത്[4].

ഭാഷയും ഭാഷാസങ്കേതങ്ങളും അതുപയോഗിക്കുന്ന ജനതയുടെ സാംസ്കാരിക സമ്പത്താണ്. അതിന്റെ ഏതെങ്കിലും വിധത്തിലുള്ള കുത്തകവൽക്കരണം ചെറുക്കേണ്ടതുണ്ട്. മാത്രമല്ല, കുത്തക കമ്പനികൾ നൽകുന്ന ഭാഷാസങ്കേതങ്ങൾ എന്നെങ്കിലും പിൻവലിച്ചാലോ വിപണിമൂല്യത്തിനനുസരിച്ച് കനത്ത വിലയീടാക്കിയാലോ ഭാഷയ്ക്ക് ഭീഷണിയാവും. അതുകൊണ്ടുതന്നെ ഭാഷാസാങ്കേതികവിദ്യയുടെ പൊതു ഉടമസ്ഥതയ്ക്ക് വിവിധതലങ്ങളിൽ പ്രാധാന്യമുണ്ട്. മോസില്ല ഫൗണ്ടേഷൻ, പൊതുജനങ്ങളിൽ നിന്നും അനുമതിയോടെ ശബ്ദം ശേഖരിച്ച് പ്രസിദ്ധീകരിക്കുന്ന കോമൺ വോയിസ് എന്ന പ്രോജക്റ്റിന്റെ പ്രാധാന്യം അതാണ്[5]. ഇതിന്റെ മലയാളം പതിപ്പിലേക്കായി ധാരാളം സന്നദ്ധപ്രവർത്തകർ സ്വന്തം ശബ്ദം വായിച്ചു റിക്കോർഡ് ചെയ്തു നൽകിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നു.

സ്വതന്ത്ര ലൈസൻസിൽ ലഭ്യമായ കൃത്യതയാർന്ന ഡാറ്റാസഞ്ചയങ്ങൾ, അതുപയോഗിക്കാനുതകുന്ന സ്വതന്ത്ര ലൈസൻസിൽ ലഭ്യമായ മെഷീൻ ലേണിങ് പ്രോഗ്രാമുകൾ ട്രെയിനിങ്ങിനാവശ്യമായ ഹാർഡ്‌വെയർ സൗകര്യങ്ങൾ - ഇവയെല്ലാം ഉണ്ടെങ്കിൽ മാത്രമാണ് മെഷീൻ ലേണിങ് അധിഷ്ഠിതമായ മലയാള ഭാഷാകമ്പ്യൂട്ടിങ് മുന്നോട്ട് പോകൂ. പ്രാദേശികമായി യൂണിവേഴ്സിറ്റികളും ഗവേഷണസ്ഥാപനങ്ങളുമൊക്കെ ഇതിനായി പരസ്പര സഹകരണത്തോടെ ഡാറ്റയും ഹാർഡ്‌വെയറുമൊക്കെ പങ്കുവെച്ചുകൊണ്ടുള്ള ഗവേഷണങ്ങൾ പ്രോത്സാഹിപ്പിച്ചാൽ മാത്രമേ, കുത്തകവൽക്കരണത്തെ ചെറുത്ത് സാങ്കേതികവിദ്യകളെ മുന്നോട്ട് നടത്താനാകൂ.

(ഭാഷാ സാങ്കേതികവിദ്യാരംഗത്ത് ഗവേഷക. സ്വതന്ത്രമലയാളം കമ്പ്യൂട്ടിങ്ങിന്റെ വിവിധ ഭാഷാ പ്രോജക്ടുകളിൽ പങ്കാളിയാണ്)

ഇമെയിൽ: sakhi.kavya@gmail.com
ഫോൺ: 94972 65460



Endnotes

[1] https://course.fast.ai/gpu_tutorial.html - A tutorial on GPU

[2] https://dl.acm.org/doi/epdf/10.1145/3442188.3445922 - On the Dangers of Stochastic Parrots: Can Language Models Be Too Big

[3] https://www.wired.com/story/google-timnit-gebru-ai-what-really-happened/ : What Really Happened When Google Ousted Timnit Gebru

[4] https://morph.smc.org.in - Malayalam Morphology Analyser

[5] https://voice.mozilla.org/ - Mozilla's Common Voice project

കാഴ്ചയും നിർമിത കാഴ്ചയും

കെ. സുജിത്ത്കുമാർ

- മനുഷ്യന്റെ കാഴ്ചയെന്ന അനുഭവവും ദ്വിമാന, ത്രിമാന ചിത്രീകരണവും വിശദീകരിക്കുന്നു.
- നിരവധി ചിത്രങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ചുള്ള ഇമേജ് പ്രോസസ്സിങ് അൽഗോരിതവും താരതമ്യ പരിശോധനയുമൊക്കെയാണ് കമ്പ്യൂട്ടറിന്റെ കാഴ്ചയുടെ അടിസ്ഥാനം.
- ഇതിനോടകം നമ്മുടെ നിത്യ ജീവിതത്തിൽ ഈ സാങ്കേതികവിദ്യ ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്ന നിരവധി മേഖലകൾ പരിചയപ്പെടുത്തുന്നു.

മനുഷ്യ മസ്തിഷ്കത്തിന്റെ യാന്ത്രിക പരിച്ഛേദമായി കമ്പ്യൂട്ടറുകളുടെ സെൻട്രൽ പ്രോസസ്സിങ് യൂണിറ്റുകളെ കണക്കാക്കാറുണ്ട്. മനുഷ്യ മസ്തിഷ്കം വിവിധ ഇന്ദ്രിയങ്ങളിലൂടെ ലഭിക്കപ്പെട്ട വിവരങ്ങളെ ശേഖരിച്ച് അപഗ്രഥിച്ച് സന്ദർഭോചിതമായ തീരുമാനങ്ങൾ എടുക്കുന്നതിനു സമാനമായ രീതിയിൽത്തന്നെയാണ് യന്ത്രമസ്തിഷ്കങ്ങളായ പ്രോസസ്സിങ് യൂണിറ്റുകളുടെയും പ്രവർത്തനം. മനുഷ്യ മസ്തിഷ്കത്തിനു വിവരങ്ങൾ ലഭിക്കുന്നത് ഇന്ദ്രിയങ്ങൾ വഴി ആണെങ്കിൽ കമ്പ്യൂട്ടർ പ്രോസസ്സിങ് യൂണിറ്റുകൾക്കാകട്ടെ 'സെൻസറുകൾ' വഴിയും. മസ്തിഷ്കത്തിന്റെ പ്രവർത്തനങ്ങളെ അനുകരിക്കാൻ ശ്രമിക്കുന്ന നിർമിത ബുദ്ധി സാങ്കേതിക വിദ്യകളുടെ വിജയം കുടിയിരിക്കുന്നത് മനുഷ്യ മസ്തിഷ്കത്തിനു കൃത്യമായ വിവരങ്ങൾ നൽകുന്ന ഇന്ദ്രിയങ്ങളുടെ പൂർണതയും അവ വഴി ലഭിക്കുന്ന വിവരങ്ങളെ ക്രോഡീകരിച്ചുണ്ടാക്കിയ വിപുലവും സമഗ്രവുമായ ഡാറ്റാ ശേഖരവും ചുരുങ്ങിയ സമയം കൊണ്ട് ഇതനുസരിച്ച് നിഗമനങ്ങളിൽ എത്താനുള്ള കമ്പ്യൂട്ടർ പ്രോഗ്രാമുകളുടെ ശേഷിയും ആണ്.

ശാസ്ത്രസാങ്കേതിക വിദ്യകൾ പുരോഗതിയുടെ ഉന്നതങ്ങളിൽ എത്തിയിട്ടും ഒരു കൊച്ചു കുഞ്ഞിന്റെ ഇന്ദ്രിയങ്ങളുടെയത്ര പൂർണതയുള്ളതോ മസ്തിഷ്കത്തിന്റെയത്ര ശേഷിയുള്ളതോ ആയ പ്രോസസ്സറുകളോ സെൻസറുകളോ നിർമിക്കാൻ ഇതുവരെ കഴിഞ്ഞിട്ടില്ല. എങ്കിലും, നിർമിതബുദ്ധി സാങ്കേതിക വിദ്യകളിൽ ഏറ്റവും മുന്നിൽ നിൽക്കുന്നതും വളരെ വേഗത്തിൽ പൂർണതയോട് അടുത്തുകൊണ്ടിരിക്കുന്നതുമായ സാങ്കേതിക വിഭാഗമാണ് 'കമ്പ്യൂട്ടർ വിഷൻ'. ദൃശ്യങ്ങൾ പകർത്തുവാൻ വേണ്ടി മാ

ത്രം ഉപയോഗിച്ചിരുന്ന ക്യാമറകളെ കമ്പ്യൂട്ടറിന്റെ കണ്ണായി മാറ്റി പകർത്തിയെടുക്കുന്ന ദൃശ്യങ്ങളിൽ നിന്ന് വിവരങ്ങൾ അപഗ്രഥിക്കുകയും അവയെ മുൻപ് ശേഖരിച്ച് വച്ചിരിക്കുന്ന വിവരങ്ങളുമായി താരതമ്യപ്പെടുത്തി ദൃശ്യങ്ങളിൽ നിന്ന് വസ്തുക്കളെയും വേർതിരിച്ചെടുക്കുന്ന തരം കാഴ്ചയാണ് കമ്പ്യൂട്ടർ വിഷൻ. ചുരുക്കിപ്പറഞ്ഞാൽ, മനുഷ്യന്റെ കാഴ്ചയുടെ യന്ത്ര രൂപം തന്നെ.

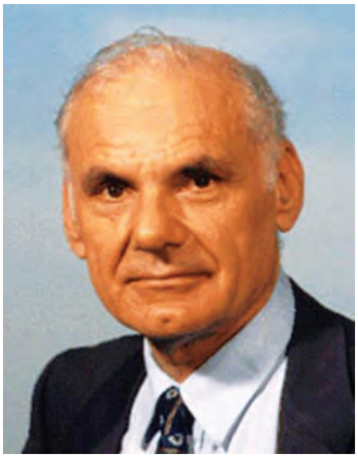
ആർട്ടിഫിഷ്യൽ ഇന്റലിജൻസിന്റെ തലതൊട്ടപ്പന്മാരിൽ ഒരാളും എംഐടിയുടെ മീഡിയാലാബ് സഹസ്ഥാപകനുമൊക്കെയായ മാർവിൻ മിൻസ്കി 1966-ൽ തന്റെ ഗവേഷക വിദ്യാർഥിക്ക് ചെയ്യാനായി ഒരു പ്രൊജക്ടിന്റെ ആശയം നൽകി. അത് ഇത്രമാത്രമായിരുന്നു. ഒരു കമ്പ്യൂട്ടറുമായി ബന്ധിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന ക്യാമറ എന്ത് ദൃശ്യങ്ങൾ ആണോ കാണുന്നത് കമ്പ്യൂട്ടർ പ്രോഗ്രാം ആ ദൃശ്യങ്ങളെ അപഗ്രഥിച്ച് അതിൽ കാണുന്ന വസ്തുക്കളെ പ്രത്യേകമായി തിരിച്ചറിയുകയും പട്ടികയായി രേഖപ്പെടുത്തുകയും ചെയ്യണം. എത്ര ലളിതമായ പ്രൊജക്ട് അല്ലേ? കമ്പ്യൂട്ടർ വിഷൻ / ഇമേജ് പ്രോസസ്സിങ് സാങ്കേതിക വിദ്യകൾ നമ്മുടെ നിത്യജീവിതത്തിന്റെ ഭാഗമായ ഇക്കാലത്തുനിന്ന് നോക്കുമ്പോൾ ഇത് വളരെ നിസ്സാരമായി തോന്നിയേക്കാം. പക്ഷേ, അക്കാലത്ത് ഇതത്ര ലളിതമായ ഒന്നായിരുന്നില്ല. അതുകൊണ്ടുതന്നെ ആ പ്രൊജക്ട് പൂർണവിജയത്തിലെത്തിയില്ല. മനുഷ്യാധ്വാനം എളുപ്പമാക്കിയ എല്ലാ വിധ കണ്ടുപിടുത്തങ്ങളിലും പൊതുവായ ഒരു അനുകരണ സ്വഭാവം കാണാൻ കഴിയുന്നതാണ്. നമ്മൾ വികസിപ്പിച്ചെടുത്ത സാങ്കേതിക വിദ്യകൾ എല്ലാം തന്നെ ഒരു തരത്തിലല്ലെങ്കിൽ മറ്റൊരു തരത്തിൽ പ്രകൃത്യാലുള്ളവയുടെ അനുകരണങ്ങൾ ആണ്. അത്തരം അനുകരണങ്ങളുടെ കഥ തന്നെയാണ്ആർട്ടിഫിഷ്യൽ ഇന്റലിജൻസ് എന്ന വിശാലമായ സാങ്കേതിക ശാഖയോട് ഇഴചേർന്ന് നിൽക്കുന്ന കമ്പ്യൂട്ടർ വിഷൻ സാങ്കേതിക വിദ്യകൾക്കും പറയാനുള്ളത്.

കാഴ്ച എന്ന അനുഭവം കണ്ണിൽ പതിയുന്ന ദൃശ്യങ്ങളുടെ പടിപടിയായി നടക്കുന്ന വർഗീകരണങ്ങളുടെയും അപഗ്രഥനങ്ങളുടെയും ആകെത്തുകയാണെന്ന് കണ്ടെത്തിയത് 1950-കളുടെ മധ്യത്തിൽ പൂച്ചകളുടെ കാഴ്ചയുമായി ബന്ധപ്പെട്ട് നടത്തിയ പഠനങ്ങൾ ആണ്. ചുറ്റുപാടുകളിൽ നിന്ന് തികച്ചും വേർതിരിച്ച് കാണാവുന്ന വസ്തുക്കളെയായിരിക്കും കാഴ്ചയിൽ ഏറ്റവും ആദ്യം തിരിച്ചറിയപ്പെടുന്നത്. അതായത്, കാഴ്ചയുടെ ആദ്യ പടിയായി കണ്ണിൽ പതിയുന്ന ഒരു ദൃശ്യത്തിലെ വസ്തുക്കളെ അവയെ പശ്ചാത്തലത്തിൽ നിന്നും മറ്റ് വസ്തുക്കളിൽ നിന്നും വേർതിരിക്കുന്ന വക്കുകളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ പ്രാഥമികമായി വർഗീകരിക്കപ്പെടുകയും തുടർന്ന് കൂടുതൽ സങ്കീർണമായ നിറം, വലിപ്പം, സ്വഭാവം, ആകൃതി തുടങ്ങിയ ഘടകങ്ങൾക്കനുസരിച്ച് ദൃശ്യാനുഭവങ്ങളാക്കി മാറ്റുകയുമാണ് ചെയ്യപ്പെടുന്നത്.

കാഴ്ച എന്ന അനുഭവം കണ്ണിൽ പതിയുന്ന ദൃശ്യങ്ങളുടെ പടിപടിയായി നടക്കുന്ന വർഗീകരണങ്ങളുടെയും അപഗ്രഥനങ്ങളുടെയും ആകെത്തുകയാണെന്ന് കണ്ടെത്തിയത് 1950-കളുടെ മധ്യത്തിൽ പൂച്ചകളുടെ കാഴ്ചയുമായി ബന്ധപ്പെട്ട് നടത്തിയ പഠനങ്ങൾ ആണ്. ചുറ്റുപാടുകളിൽ നിന്ന് തികച്ചും വേർതിരിച്ച് കാണാവുന്ന വസ്തുക്കളെയായിരിക്കും കാഴ്ചയിൽ ഏറ്റവും ആദ്യം തിരിച്ചറിയപ്പെടുന്നത്. അതായത്, കാഴ്ചയുടെ ആദ്യ പടിയായി കണ്ണിൽ പതിയുന്ന ഒരു ദൃശ്യത്തിലെ വസ്തുക്കളെ അവയെ പശ്ചാത്തലത്തിൽ നിന്നും മറ്റ് വസ്തുക്കളിൽ നിന്നും വേർതിരിക്കുന്ന വക്കുകളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ പ്രാഥമികമായി വർഗീകരിക്കപ്പെടുകയും തുടർന്ന് കൂടുതൽ സങ്കീർണമായ നിറം, വലിപ്പം, സ്വഭാവം, ആകൃതി തുടങ്ങിയ ഘടകങ്ങൾക്കനുസരിച്ച് ദൃശ്യാനുഭവങ്ങളാക്കി മാറ്റുകയുമാണ് ചെയ്യപ്പെടുന്നത്.

ഇന്റർനെറ്റിന്റെതന്നെ മൂലരൂപമായ ARPANET സ്ഥാപകൻ ആയ ലാരി റോബെർട്സിന്റെ(Lawrence Roberts) ഗവേഷണ പ്രബന്ധം ആയിരുന്ന Machine Perception of Three-Dimensional Solids ആണ് ഒരു പ്രത്യേക ശാഖ എന്ന നിലയിൽ കമ്പ്യൂട്ടർ കാഴ്ചയുമായി ബന്ധപ്പെട്ട പഠനങ്ങളുടെ തുടക്കമായി പറയപ്പെടുന്നത്. ഒരു ക്യാമറ ഒപ്പിയെടുക്കുന്ന ദ്വിമാന ചിത്രങ്ങളിൽ നിന്ന് ത്രിമാന രൂപങ്ങളുടെ വിവരങ്ങൾ എങ്ങനെ വേർതിരിച്ചെടുക്കാൻ കഴിയും എന്ന ആശയവും അതിനാധാരമായ ഒരു കമ്പ്യൂട്ടർ പ്രോഗ്രാമുമെല്ലാം ഈ പ്രബന്ധത്തിന്റെ ഭാഗം ആയിരുന്നു. തുടർന്ന് ഈ മേഖലയിൽ ഉണ്ടായ ഗവേഷണങ്ങൾക്കെല്ലാം ചവിട്ടുപടിയാകാൻ അദ്ദേഹം മുന്നോട്ടുവച്ച ആശയങ്ങൾക്ക് കഴിഞ്ഞിട്ടുണ്ട്. അതുകൊണ്ടുതന്നെ പലപ്പോഴും കമ്പ്യൂട്ടർ വിഷന്റെ പിതാവ് എന്നൊക്കെ ലാരി റോബർട്സിനെ വിശേഷിപ്പിച്ചു കാണാറുണ്ട്.

ദ്വിമാന ദൃശ്യങ്ങളിൽ നിന്നും പ്രത്യേകം പ്രത്യേകമായി വസ്തുക്കളെ വേർതിരിച്ച് കാണുക എന്നതിന്റെ ആദ്യപടി തന്നെ വസ്തുക്കളെ അവയുടെ പശ്ചാത്തലത്തിൽ നിന്നും വേർ



ലാരി റോബർട്സ്
ചിത്രം കടപ്പാട്: *വിക്കിപീഡിയ*

തിരിച്ച് കാണിക്കുന്ന വക്കുകളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ പ്രാഥമിക രൂപങ്ങൾ ആക്കി മാറ്റുക എന്നതാണ്. ഒരു ചിത്രകാരൻ ചിത്രം വരയ്ക്കുമ്പോൾ ആദ്യം പെൻസിൽ കൊണ്ട് ഔട്ട്ലൈൻ ഇടുകയും പിന്നീട് കൂടുതൽ സങ്കീർണമായ വരകളും ഷെയ്ഡുകളും നൽകി ചിത്രത്തിനെ പൂർണതയിലേക്ക് നയിക്കുന്നതിന്റെ നേർ വിപരീതമായ ഒരു പ്രക്രിയയോട് ഇതിനെ വേണമെങ്കിൽ താരതമ്യപ്പെടുത്താം. തുടർന്നുള്ള ഘട്ടങ്ങളിൽ ആണ് നിറങ്ങളും അവയുടെ ഏറ്റക്കുറച്ചിലുകളും എല്ലാം ഉൾക്കൊള്ളുന്ന സങ്കീർണമായ ഘടകങ്ങൾ കൂടി കൂട്ടിച്ചേർന്ന് കാഴ്ചയെ അതിന്റെ പൂർണതയിലേക്ക് എത്തിക്കുന്നത്. MIT പ്രൊഫസ്സറും ന്യൂറോ സയന്റിസ്റ്റുമായിരുന്ന ഡേവിഡ് മാറിന്റെ കണ്ടെത്തലുകളുടെ ചുവടുപിടിച്ച് കമ്പ്യൂട്ടർ വിഷൻ സാങ്കേതിക വിദ്യകളും സമാന്തര വഴികളിലൂടെ മുന്നോട്ട് നയിക്കപ്പെട്ടു.

ജൈവ മസ്തിഷ്കത്തിന്റെ പ്രവർത്തനങ്ങളിൽ നിന്ന് പ്രചോദനമുൾക്കൊണ്ടുകൊണ്ട് ഫ്രഞ്ച് കമ്പ്യൂട്ടർ സയന്റിസ്റ്റ് ആയ യാൻ ലീകുൻ (Yann LeCun) 1988-ൽ ആവിഷ്കരിച്ച കൺവല്യൂഷണൽ ന്യൂറൽ നെറ്റ്വർക്ക് (Convolutional Neural Network) ആധുനിക കമ്പ്യൂട്ടർ വിഷൻ സാങ്കേതിക വിദ്യകളുടെ മസ്തിഷ്കമായി പ്രവർത്തിച്ചുകൊണ്ട് ഈ മേഖലയിൽ വിപ്ലവകരമായ മാറ്റങ്ങൾക്കാണ് വഴിയൊരുക്കിയത്.

കമ്പ്യൂട്ടർ വിഷൻ എങ്ങനെ പ്രവർത്തിക്കുന്നു?

പ്രധാനമായും മൂന്നു ഘട്ടങ്ങൾ ആയാണ് കമ്പ്യൂട്ടർ വിഷൻ സാങ്കേതിക വിദ്യകൾ പൊതുവേ പ്രവർത്തിക്കുന്നത്.

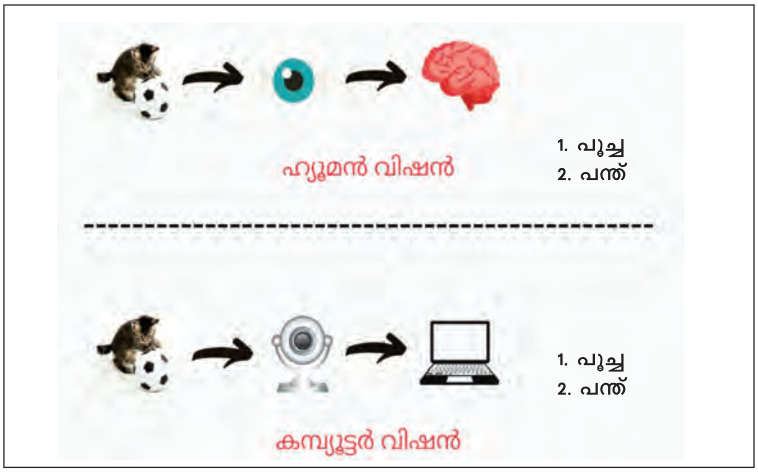
1. ദൃശ്യങ്ങൾ പകർത്തുക. ഇതിനായി പല തരം ക്യാമറകൾ ഉപയോഗിക്കാം.

2. പകർത്തപ്പെട്ട ദൃശ്യങ്ങളിൽ നിന്ന് ഇമേജ് സെഗ്മന്റേഷൻ എന്ന പ്രക്രിയയിലൂടെ ഓരോ രൂപങ്ങളെയും വേർതിരിച്ചെടുക്കുക. ഇതിനായി വിവിധ ഇമേജ് പ്രോസസ്സിങ് അൽഗോരിതങ്ങളും സാങ്കേതിക വിദ്യകളും ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്നു.

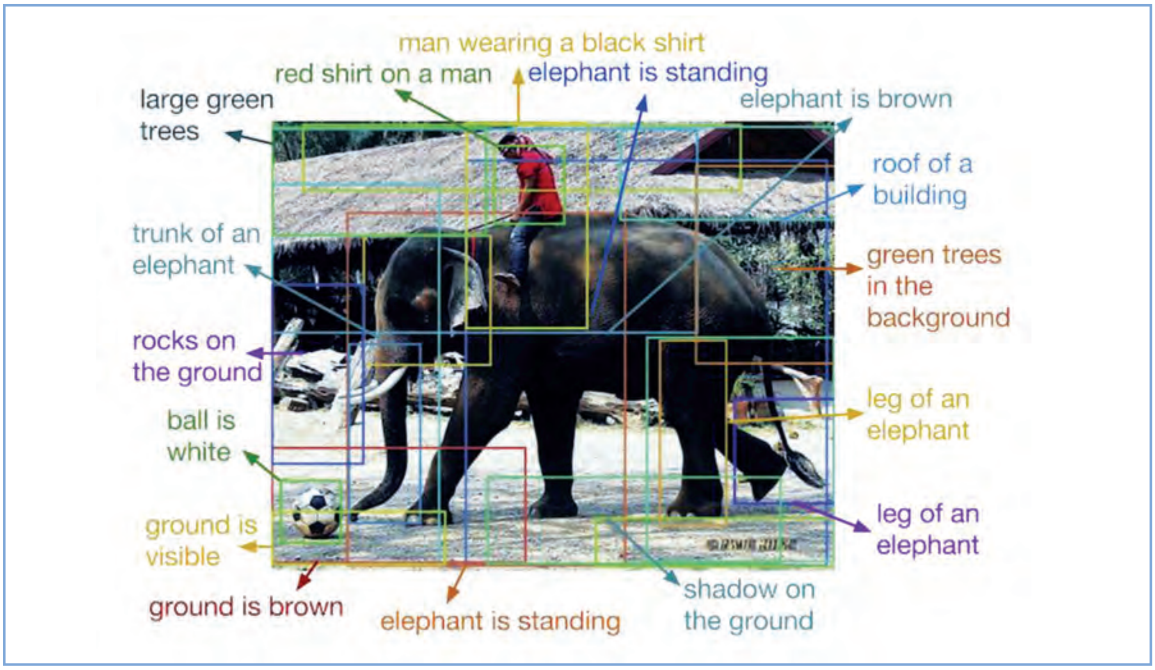
3. വിശകലനം – രണ്ടാമത്തെ സ്റ്റേജിൽ നിന്ന് ലഭിക്കപ്പെട്ട രൂപങ്ങളെ മുൻപ് ലഭ്യമായ വിവരങ്ങളുമായി താരതമ്യപ്പെടുത്തി അവയെ വ്യക്തമായി തിരിച്ചറിയുകയും അതനുസരിച്ചുള്ള തീരുമാനങ്ങൾ എടുക്കുകയും ചെയ്യുക. ഇതിനായി ആപ്ലിക്കേഷനുകളുടെ സ്വഭാവം അനുസരിച്ച് വളരെ ലളിതമായ ഒത്തുനോക്കൽ അൽഗോരിതങ്ങൾ മുതൽ അത്യാധുനിക ഡീപ് ലേണിങ് സാങ്കേതിക വിദ്യകളും ആർട്ടിഫിഷ്യൽ ന്യൂറൽ നെറ്റ്വർക്കുകളുമെല്ലാം ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്നു.

ആധുനിക കമ്പ്യൂട്ടർ വിഷൻ ഇമേജ് പ്രോസസ്സിങ് അൽഗോരിതങ്ങൾ എല്ലാം കൺവലൂഷണൽ ന്യൂറൽ നെറ്റ്വർക്ക് (CNN) അടിസ്ഥാനമാക്കിയുള്ളവയാണ്. കമ്പ്യൂട്ടർ ഒരു ചിത്രത്തെ പിക്സലുകൾ എന്നറിയപ്പെടുന്ന ചെറിയ ചെറിയ കുത്തുകൾ ആയാണ് കാണുന്നത്. ഇത്തരത്തിലുള്ള ഓരോ പിക്സലുകൾക്കും ത്രിമാന തലത്തിൽ ഓരോ സംഖ്യകൾ നൽകിക്കൊണ്ട് ഒരു ചിത്രത്തെ ഓരോ കുത്തുകളെയും പ്രാഥമിക നിറങ്ങളുടെ (ചുവപ്പ്, നീല, പച്ച) അടിസ്ഥാനത്തിൽ വേർതിരിക്കുന്നു. ഈ നിറങ്ങളുടെ തീവ്രതയുടെ ഏറ്റക്കുറച്ചിലുകൾ അനുസരിച്ച് അവയുടെ സംഖ്യകളിലും വ്യത്യാസമുണ്ടായിരിക്കും.

കമ്പ്യൂട്ടർ വിഷൻ എന്നത് ഇക്കാലത്ത് വെറുതെ ദൃശ്യങ്ങളിൽ നിന്ന് വസ്തുക്കളെ വേർതിരിച്ചറിയുക എന്നതിൽ മാത്രം ഒതുങ്ങി നിൽക്കുന്നില്ല. ഒരു ഉദാഹരണം സൂചിപ്പിക്കുക



ഒരു ദൃശ്യം കമ്പ്യൂട്ടർ കാഴ്ചയിലൂടെ – *Image credit:* Wikipedia



ചിത്രം കടപ്പാട്: wikipedia

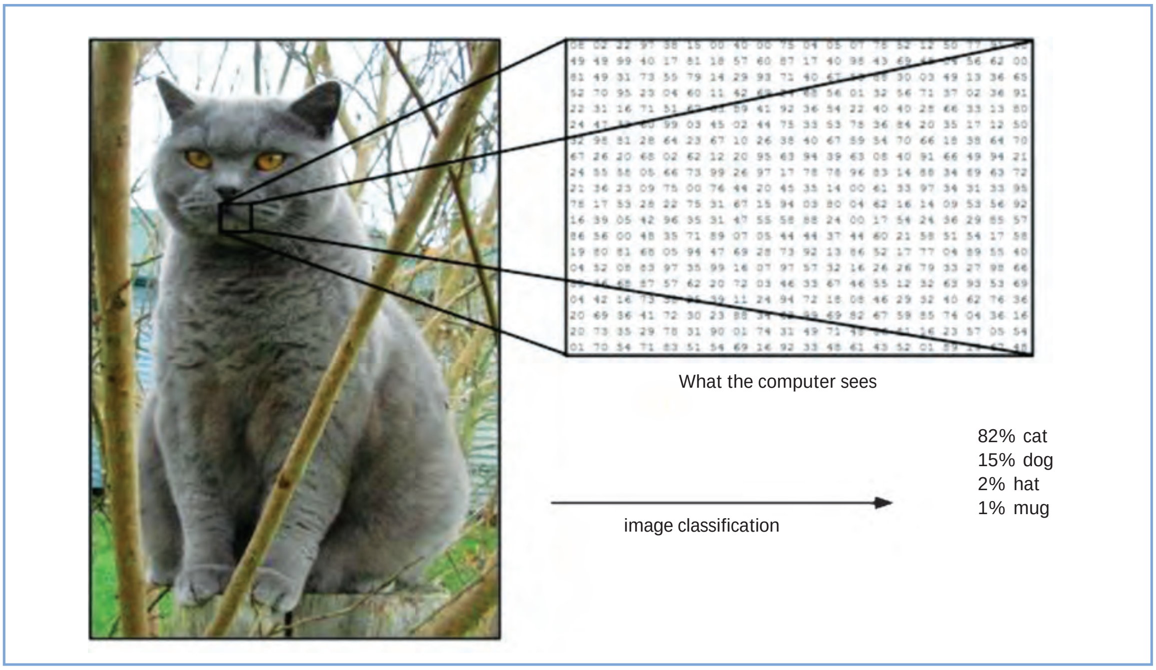
യാണെങ്കിൽ, ഒന്നോ അതിലധികമോ ക്യാമറാ കണ്ണുകൾ പകർത്തിയെടുക്കുന്ന ദൃശ്യങ്ങളിൽ നിന്ന് ഒരു പൂച്ചയെ മാത്രമായി വേർതിരിച്ച് കണ്ടുപിടിക്കുവാൻ കഴിയുന്ന തരത്തിലുള്ള സാങ്കേതിക വിദ്യകൾ ആയിരുന്നു എങ്കിൽ ഇന്ന് അത് പൂച്ചകളിൽ തന്നെ ഏത് ഇനത്തിൽ പെട്ട പൂച്ച ആണെന്ന് കൂടി തിരിച്ചറിയാനും മുൻപ് ശേഖരിച്ചിട്ടുള്ള വിവരങ്ങൾ അപഗ്രഥിച്ച് അതിന്റെ സ്വഭാവ സവിശേഷതകളെക്കുറിച്ചു കൂടി പ്രവചിക്കാനോ വിവരങ്ങൾ നൽകാനോ കൂടി കെൽപ്പുള്ള എപ്പോഴും സ്വയം പുതുക്കപ്പെട്ടുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന മെഷീൻ ലേണിങ് ഡീപ് ലേണിങ് അൽഗോരിതങ്ങളാൽ സമ്പുഷ്ടമാക്കപ്പെട്ടവയാണെന്ന് വേണമെങ്കിൽ പറയാം. ഒരു പൂച്ച ഏത് വിഭാഗത്തിൽ പെടുന്നവയാണെന്ന് തിരിച്ചറിയണമെങ്കിൽ ഒന്നുകിൽ എല്ലാ വിഭാഗത്തിൽപ്പെടുന്ന പൂച്ചകളെയും നമുക്ക് അടുത്ത് പരിചയമുണ്ടായിരിക്കണം. അല്ലെങ്കിൽ ഫോട്ടോകളിലൂടെയും വീഡിയോകളിലൂടെയും മറ്റും അത്തരം പൂച്ചകളെക്കുറിച്ചുള്ള അറിവുകൾ നമുക്ക് ഉണ്ടായിരിക്കണം. ഇതിനു സമാനമായ കാര്യങ്ങൾ തന്നെയാണ് ഒരു കമ്പ്യൂട്ടർ ക്യാമറ പൂച്ചകളെ വർഗീകരിക്കാൻ ചെയ്യേണ്ടതും. കമ്പ്യൂട്ടർ മെമ്മറിയിൽ ഉള്ള വിവിധയിനം പൂച്ചകളുടെ എടുത്ത് പറയത്തക്ക പ്രത്യേകതകൾ ഉൾക്കൊള്ളുന്ന സമഗ്രമായ ഒരു ഡാറ്റാ സെറ്റിനോട് ദൃശ്യങ്ങളിൽ നിന്ന് വേർതിരിച്ചെടുക്കപ്പെടുന്ന ചിത്രങ്ങളെ താരതമ്യപ്പെടുത്തി വളരെപ്പെട്ടന്നുതന്നെ

ദ്വിമാന ദൃശ്യങ്ങളിൽ നിന്നും പ്രത്യേകം പ്രത്യേകമായി വസ്തുക്കളെ വേർതിരിച്ച് കാണുക എന്നതിന്റെ ആദ്യ പടി തന്നെ വസ്തുക്കളെ അവയുടെ പശ്ചാത്തലത്തിൽ നിന്നും വേർതിരിച്ച് കാണിക്കുന്ന വക്കുകളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ പ്രാഥമിക രൂപങ്ങൾ ആക്കി മാറ്റുക എന്നതാണ്. ഒരു ചിത്രകാരൻ ചിത്രം വരയ്ക്കുമ്പോൾ ആദ്യം പെൻസിൽ കൊണ്ട് ഔട്ട്ലൈൻ ഇടുകയും പിന്നീട് കൂടുതൽ സങ്കീർണമായ വരകളും ഷെയ്ഡുകളും നൽകി ചിത്രത്തിനെ പൂർണ്ണതയിലേക്ക് നയിക്കുന്നതിന്റെ നേർ വിപരീതമായ ഒരു പ്രക്രിയയോട് ഇതിനെ വേണമെങ്കിൽ താരതമ്യപ്പെടുത്താം.

അത് ഏത് വിഭാഗത്തിൽ പെടുന്നതാണെന്ന വിലയിരുത്തലുകൾ നടത്താൻ കഴിയുന്ന പ്രോഗ്രാമുകളും ചേരുമ്പോൾ ചില പ്രത്യേക ലക്ഷ്യത്തോടെ തയ്യാറാക്കപ്പെടുന്ന കമ്പ്യൂട്ടർ വിഷൻ ആപ്ലിക്കേഷനുകൾ നമ്മുടെ കാഴ്ചകൾക്ക് ഒരു സപ്ലിമെന്റ് ആയിത്തീരുന്നു. ഒരു ചെടിയുടെ ഇലയിലേക്ക് ഫോക്കസ് ചെയ്തു കഴിഞ്ഞാൽ ഏറെക്കുറെ കൃത്യമായിത്തന്നെ അത് ഏത് ചെടി ആണെന്നും അതിനെക്കുറിച്ചുള്ള സമഗ്ര വിവരങ്ങളും നൽകാനും കെൽപ്പുള്ള അനേകം മൊബൈൽ ആപ്പുകൾ തന്നെ നമുക്ക് സുപരിചിതമാണ്. ഇത്തരം അപ്ലിക്കേഷനുകളുടെ ഇമേജ് പ്രോസസ്സിങ് അൽഗോരിതങ്ങളോടൊപ്പംതന്നെ അവയുടെ കൃത്യത നിർണയിക്കുന്നത് അവയോട് ബന്ധപ്പെട്ട സമഗ്രമായ ഡാറ്റാസെറ്റുകൾ ആണ്.

കമ്പ്യൂട്ടർ വിഷൻ ഡാറ്റാ സെറ്റുകൾ

കമ്പ്യൂട്ടർ വിഷൻ പ്രൊജക്ടുകളുടെയെല്ലാം കൃത്യതയും വിജയവും നിർണയിക്കുന്നത് അതിനോട് ബന്ധപ്പെട്ട ഡാറ്റാ സെറ്റുകളുടെ സമഗ്രതയാണെന്ന് നേരത്തേ സൂചിപ്പിക്കുകയുണ്ടായല്ലോ. ഇത്തരം ഡാറ്റാ സെറ്റുകളുമായി ഒത്തു നോക്കിയാണ് ഒരു കമ്പ്യൂട്ടർ വിഷൻ അൽഗോരിതം തീരുമാനങ്ങളിൽ എത്തുന്നത് എന്നതിനാൽ ഡാറ്റാബേസുകൾ എത്രത്തോളം വലുതാണോ വർഗീകരിക്കപ്പെട്ടതാണോ അത്രത്തോളം മെച്ചപ്പെട്ടതായിരിക്കും പ്രസ്തുത ആപ്ലിക്കേഷ



ചിത്രം കടപ്പാട്: https://cs231n.github.io/classification/)

നും. അതുകൊണ്ടുതന്നെ കമ്പ്യൂട്ടർ വിഷൻ ഡാറ്റാസെറ്റുകൾ വിവിധ ആപ്ലിക്കേഷനുകൾക്ക് പൊതുവായി ഉപയോഗിക്കത്തക്കവിധം വിവിധ ഏജൻസികൾ തയ്യാറാക്കിക്കൊണ്ട് ലഭ്യമാക്കുന്ന സേവനങ്ങൾ ഇപ്പോൾ ലഭ്യമാണ്. ഇവയിൽ സൗജന്യമായി ആർക്കും ഉപയോഗിക്കാൻ കഴിയുന്ന രീതിയിലുള്ള ഓപ്പൺ സോഴ്സ് വിഭാഗത്തിൽ പെടുന്നവയും ലൈസൻസ് ഫീസ് നൽകി വാങ്ങാവുന്നവയുമെല്ലാമുണ്ട്.

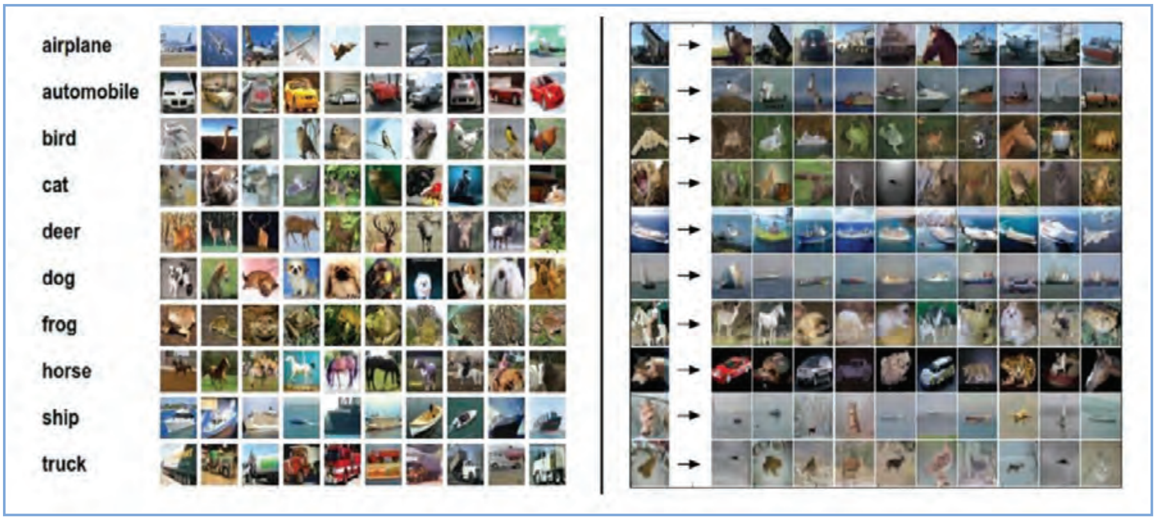
ഉദാഹരണമായി പറയുകയാണെങ്കിൽ, ഇക്കഴിഞ്ഞ കോവിഡ് മഹാമാരി കാലയളവിൽ സൗജന്യമായി ലഭ്യമാക്കപ്പെട്ട ഒരു ഓപ്പൺ ഇമേജ് ഡാറ്റാസെറ്റ് ആയിരുന്നു കോവിഡ് 19 X Ray ഡാറ്റാസെറ്റ്. ഇതിൽ ആറായിരത്തോളം കോവിഡ് രോഗികളുടെ ശ്വാസകോശ എക്സ്റേ സാമ്പിളുകൾ വിവിധ ഫോർമാറ്റിൽ വിവിധ ഉപവിഭാഗങ്ങളാക്കി വർഗീകരിച്ചുകൊണ്ട് ലഭ്യമാക്കിയിട്ടുണ്ട്. എക്സ്റേകൾ ഒത്തു നോക്കുന്ന ഒരു റേഡിയോളജി കമ്പ്യൂട്ടർ വിഷൻ ആപ്ലിക്കേഷന്റെ ആവശ്യങ്ങൾക്കായി ഈ ഡാറ്റാബേസ് ഉപയോഗിക്കാവുന്നതാണ്. ഇത്തരത്തിൽ വിവിധ ആവശ്യങ്ങൾക്കായി ഉപയോഗിക്കാൻ കഴിയുന്ന വിധത്തിലുള്ള എപ്പോഴും പുതുക്കപ്പെട്ടുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഡാറ്റാ സെറ്റുകൾ അനുബന്ധ പ്രോജക്ടുകളിൽ നേരിട്ട് ഉപയോഗിക്കത്ത വിധവും API (Application Programing Interface) രൂപത്തിലും ലഭ്യമാണ്.

എക്സ്റേ, എംആർഐ, സിടി, അൾട്രാസൗണ്ട് തുടങ്ങിയ സാങ്കേതിക വിദ്യകളാൽ ലഭ്യമാക്കപ്പെടുന്ന മെഡിക്കൽ ഇമേജുകൾ പരിശോധിച്ച് രോഗ നിർണയം നടത്തുന്ന വളരെ വൈദഗ്ധ്യവും അറിവും തൊഴിൽ പരിചയവും ആവശ്യമായ റേഡിയോളജിസ്റ്റുകളുടെ തൊഴിൽ മേഖലകളിലേക്ക് അതിവേഗം കടന്നുവന്നുകൊണ്ടിരിക്കുന്നതാണ് ആധുനിക കമ്പ്യൂട്ടർ വിഷൻ സാങ്കേതിക വിദ്യകൾ. റേഡിയോളജിസ്റ്റുകൾക്ക് പകരമായില്ലെങ്കിലും ഇത്തരം കമ്പ്യൂട്ടർ വിഷൻ സാങ്കേതിക വിദ്യകളെ തങ്ങളുടെ മനുഷ്യസഹജമായ പരിമിതികളെ മറികടക്കാൻ റേഡിയോളജിസ്റ്റുകളെ തീർച്ചയായും സഹായിക്കുന്നതാണ്.

കമ്പ്യൂട്ടർ വിഷൻ പ്രായോഗിക തലത്തിൽ

നിർമിതബുദ്ധി സാങ്കേതിക വിദ്യകൾ ഏതെങ്കിലും തൊഴിൽ മേഖലകളെ ഇല്ലാതാക്കുമെന്ന് ആശങ്കകൾ ഉണ്ടെങ്കിൽ അത് വൈമാനികരുടേതും റേഡിയോളജിസ്റ്റുകളുടേതുമാകാമെന്ന് നെറ്റിസൺസ് പൊതുവേ പറയാറുണ്ട്. ആധുനിക സാങ്കേതിക വിദ്യകളാൽ നിലവിൽത്തന്നെ വിമാനങ്ങൾ ഏറെക്കുറെ പൂർണമായും ഓട്ടോമേറ്റ് ചെയ്യപ്പെട്ടു കഴിഞ്ഞിട്ടുണ്ട്. നിരത്തുകൾ കീഴടക്കാനൊരുങ്ങുന്ന ഡ്രൈവർലെസ് കാറുകളുടെ അത്ര പോലും സങ്കീർണതയുടെ ആവശ്യമില്ലാത്തവയാണ് പൈലറ്റ് ഇല്ലാ വിമാനങ്ങൾ.

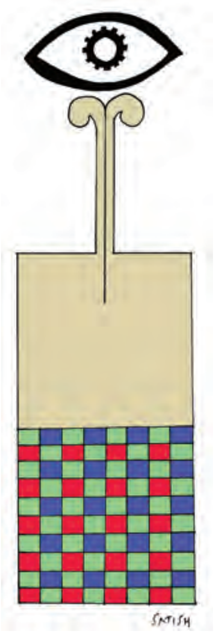
എക്സ്റേ, എംആർഐ, സിടി, അൾട്രാസൗണ്ട് തുടങ്ങിയ സാങ്കേതിക വിദ്യകളാൽ ലഭ്യമാക്കപ്പെടുന്ന മെഡിക്കൽ ഇമേജുകൾ പരിശോധിച്ച് രോഗ നിർണയം നടത്തുന്ന വളരെ വൈദഗ്ധ്യവും അറിവും തൊഴിൽ പരിചയവും ആവശ്യമായ റേഡിയോളജിസ്റ്റുകളുടെ തൊഴിൽ മേഖലകളിലേക്ക് അതിവേഗം കടന്നു വന്നുകൊണ്ടിരിക്കുന്നതാണ് ആധുനിക കമ്പ്യൂട്ടർ വിഷൻ സാങ്കേതിക വിദ്യകൾ. ഗൂഗിളിന്റെ ആർട്ടിഫിഷ്യൽ ഇന്റലിജൻസ് വിഭാഗമായ ഡീപ് മൈൻഡിന്റെ അൽഗോരിതം സ്തനാർബുദം നിർണയിക്കുന്നതിൽ റേഡിയോളജിസ്റ്റുകളേക്കാൾ കൃത്യത കൈവരിച്ചതായുള്ള വാർത്തകൾ ഏതാനും വർഷങ്ങൾക്കുമുൻപ് തന്നെ പുറത്തു വ



ന്നിരുന്നു. റേഡിയോളജിസ്റ്റുകൾക്ക് പകരമായില്ലെങ്കിലും ഇത്തരം കമ്പ്യൂട്ടർ വിഷൻ സാങ്കേതിക വിദ്യകളെ തങ്ങളുടെ മനുഷ്യസഹജമായ പരിമിതികളെ മറികടക്കാൻ റേഡിയോളജിസ്റ്റുകളെ തീർച്ചയായും സഹായിക്കുന്നതാണ്. റേഡിയോളജിസ്റ്റുകൾക്ക് മാത്രമല്ല, ആരോഗ്യമേഖലയുമായി ബന്ധപ്പെട്ട സമസ്ത രംഗങ്ങളിലും പ്രത്യക്ഷമായും പരോക്ഷമായും ഇത്തരം സാങ്കേതിക വിദ്യകൾ പരക്കെ ഉപയോഗപ്പെടുത്തിപ്പോരുന്നു. ഡിജിറ്റൽ പത്തോളജി, ടെലി മെഡിസിൻ, റോബോട്ടിക് സർജറികൾ തുടങ്ങിയവയെല്ലാം അതിൽ ചിലതു മാത്രം.

കമ്പ്യൂട്ടർ വിഷൻ സാങ്കേതിക വിദ്യകളെക്കുറിച്ച് പറയുമ്പോൾ അവയുടെ ഏറ്റവും ആധുനികവും വിപ്ലവകരവുമായ ഉപയോഗത്തിൽ എടുത്ത് പറയേണ്ടതാണ് സെൽഫ് ഡ്രൈവിങ് കാറുകളുടേത്. കമ്പ്യൂട്ടർ വിഷൻ, ആർട്ടിഫിഷ്യൽ ഇന്റലിജൻസ്, ഡീപ് ലേണിങ് സാങ്കേതിക വിദ്യകളുടെ സമഗ്രമായ സമ്മേളനമാണ് ഇത്തരത്തിലുള്ള ഡ്രൈവർ ലെസ് കാറുകളിൽ ഉള്ളത്. ഒരു വിദഗ്ധനായ ഡ്രൈവർ എങ്ങനെ വാഹനം നിയന്ത്രിക്കുന്നുവോ എങ്ങനെയെല്ലാം വഴികൾ മനസ്സിലാക്കുന്നുവോ എങ്ങനെയെല്ലാം അപ്രതീക്ഷിത സാഹചര്യങ്ങളോട് പ്രതികരിക്കുന്നുവോ അതുപോലെ തന്നെയോ ഒരു പക്ഷേ അതിനേക്കാൾ മെച്ചമായോ പ്രവർത്തിക്കുന്നവയാണ് സെൽഫ് ഡ്രൈവിങ് കാർ സാങ്കേതിക വിദ്യകൾ. സെൽഫ് ഡ്രൈവിങ് കാറുകളുടെ കണ്ണും കാതുമായി പ്രവർത്തിക്കുന്ന ക്യാമറകൾ, ലിഡാറുകൾ (LIDAR), റഡാറുകൾ, അൾട്രാ സൗണ്ട് സെൻസറുകൾ തുടങ്ങിയവയിലൂടെ ലഭിക്കപ്പെടുന്ന വിവരങ്ങൾ തൽസമയം അപഗ്രഥിക്കുകയും ഉചിതമായ തീരുമാനങ്ങൾ മൈക്രോ സെക്കന്റുകൾക്കകം എടുക്കാൻ കഴിയുകയും ചെയ്യും വിധം രൂപകൽപ്പന ചെയ്യപ്പെട്ടവയാണ് സെൽഫ് ഡ്രൈവിങ് കാറുകൾ. ഒരു ഡ്രൈവറുടെ മനുഷ്യസഹജമായ പല പരിമിതികളും ഇവിടെ സാങ്കേതിക വിദ്യകളാൽ മറികടക്കപ്പെടുന്നു.

ആമസോൺ ഗോ പോലെയുള്ള കാഷ്യർ ലെസ് സ്റ്റോറുകൾ കമ്പ്യൂട്ടർ വിഷൻ സാങ്കേതിക വിദ്യകൾ എത്രമാത്രം പൂർണത പ്രാപിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു എന്നതിന്റെ ഉത്തമ ഉദാഹരണങ്ങൾ ആണ്. ഒരു സൂപ്പർ മാർക്കറ്റ് റാക്കുകളിലെ ഉത്പന്നങ്ങളെ എല്ലാം ക്യാമറ കണ്ണുകളിലൂടെ തിരിച്ചറിയുകയും അവയുടെ സ്റ്റോക്ക് രേഖപ്പെടുത്തി സൂക്ഷിക്കുകയും അവ

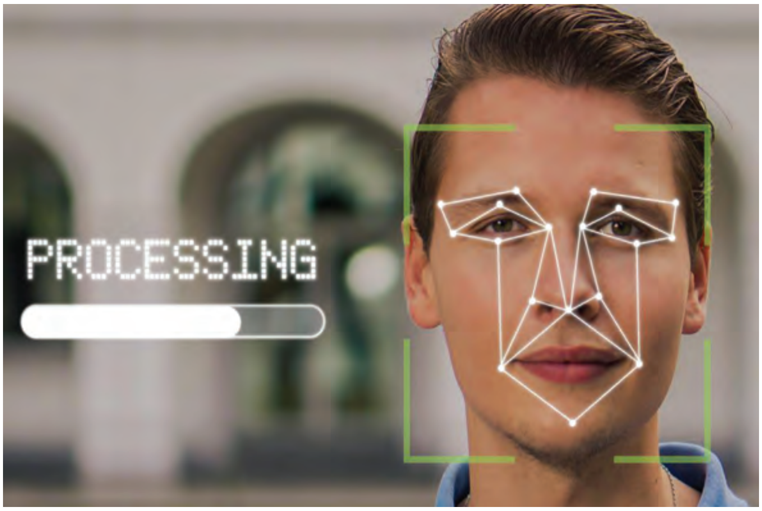


മനുഷ്യർ ആവിഷ്കരിച്ചിട്ടുള്ള എല്ലാ സാങ്കേതിക വിദ്യകളും അവന്റെ പ്രകൃത്യാലുള്ള ശാരീരിക പരിമിതികളെ മറികടക്കാനായുള്ളവ ആണെന്നതിനാൽ കമ്പ്യൂട്ടർ സാങ്കേതിക വിദ്യകൾ ഉപയോഗിച്ചുള്ള കമ്പ്യൂട്ടർ വിഷനും കാഴ്ചയുടെ പരിമിതികൾ മറികടക്കാനും തീരുമാനങ്ങൾ എടുക്കാൻ സഹായിക്കാനും ഉള്ള ഒരു സപ്ലിമെന്റ് ആയിത്തന്നെ ആണ് പ്രവർത്തിക്കുന്നത്.

യിൽ നിന്ന് ഉപഭോക്താക്കൾ അവരുടെ ഷോപ്പിങ് ബാസ്കറ്റിലേക്ക് എടുത്തിടുന്ന വസ്തുക്കളെ തൽസമയം തിരിച്ചറിഞ്ഞ് സ്വയമേവ അവയുടെ തുക കണക്കാക്കി ബിൽ നൽകുകയുമൊക്കെ ചെയ്യുന്ന കാഷ്യർ ലെസ് സ്റ്റോറുകൾ കമ്പ്യൂട്ടർ വിഷൻ സാങ്കേതിക വിദ്യകൾ സമഗ്രമായി ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്നവയാണ്. What a sale എന്ന പേരിൽ നമ്മുടെ കൊച്ചിയിൽ പോലും സമാനമായ സാങ്കേതിക വിദ്യയിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന ഒരു കാഷ്യർ ലെസ് സ്റ്റോറിനെക്കുറിച്ചുള്ള വാർത്തകൾ മാധ്യമങ്ങളിൽ നിറഞ്ഞ് നിന്നിരുന്നു.

വ്യവസായ മേഖലയിൽ ഓട്ടോമേറ്റ് ചെയ്യപ്പെട്ടിരിക്കുന്ന യന്ത്രഭാഗങ്ങളുടെ കണ്ണായി കമ്പ്യൂട്ടർ വിഷൻ സാങ്കേതിക വിദ്യകൾ ഉപയോഗപ്പെടുത്തിക്കൊണ്ട് മനുഷ്യസഹജമായ പിഴവുകളും പരിമിതികളും മറികടന്നുകൊണ്ട് കുറഞ്ഞ ചെലവിൽ ഉത്പന്നങ്ങളുടെയും സേവനങ്ങളുടെയും കൃത്യതയും ഗുണനിലവാരവും ഉറപ്പ് വരുത്താൻ കഴിയുന്നു.

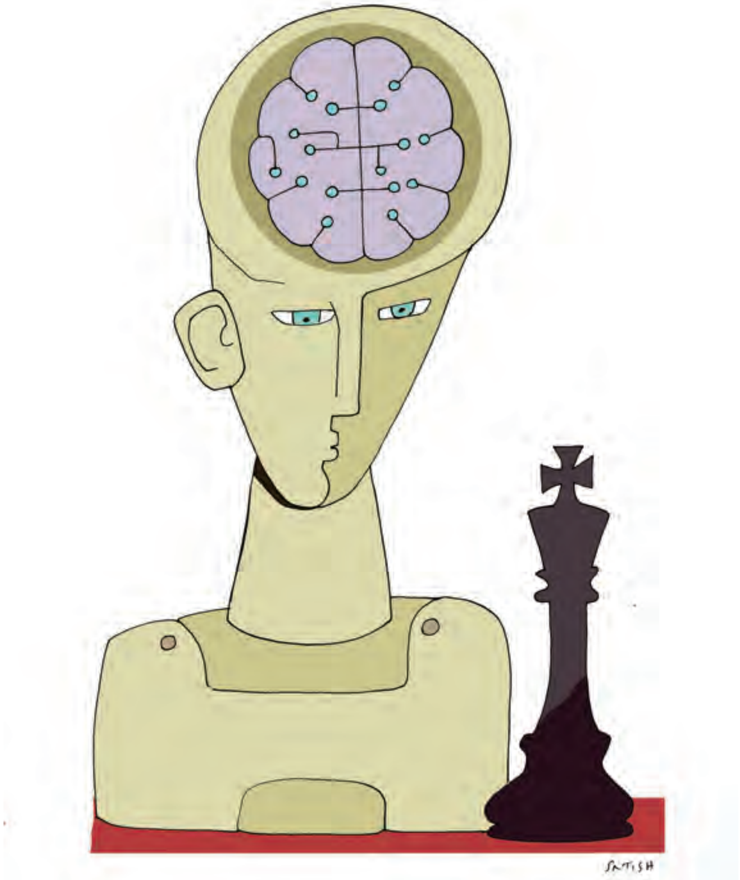
മുഖചരായ പരിശോധിച്ച് വ്യക്തികളെ തിരിച്ചറിയുന്ന സാങ്കേതിക വിദ്യകൾ ഒരു ദശാബ്ദക്കാലം മുൻപുതന്നെ വികാസം പ്രാപിച്ചിരുന്നു എങ്കിലും, ധാരാളം പരിമിതികൾ ഉണ്ടായിരുന്നതിനാൽ അവയുടെ പ്രായോഗിക ഉപയോഗം സർവസാധാരണം ആയിരുന്നില്ല. പക്ഷേ, ഇപ്പോൾ നമ്മുടെ ഓരോരുത്തരുടെയും കൈവശമുള്ള സ്മാർട്ട് ഫോണുകൾ വരെ അതിന്റെ ക്യാമറക്കണ്ണുകളിലൂടെ നോക്കിക്കണ്ട് ഉടമയെ തിരിച്ചറിയുന്ന രീതിയിലുള്ള ഫേസ് റക്കഗ്നൈസേഷൻ സാങ്കേതിക വിദ്യകൾ ഉള്ളവ ആണെന്ന് കാണാവുന്നതാണ്. പ്രധാനമായും വിരലടയാള പരിശോധനകളിലും ററ്റിനാ സ്കാനിങ്ങിലും ഒക്കെ മാത്രം ഒതുങ്ങി നിന്നിരുന്ന ബയോമെട്രിക് ഓഥന്റിക്കേഷൻ സംവിധാനങ്ങൾ ഇപ്പോൾ കൂടുതൽ സൗകര്യവും കൃത്യതയും അവകാശപ്പെടുന്ന ഫേസ് റക്കഗ്നൈസേഷനിലേക്ക് വഴിമാറുന്ന സ്ഥിതിവിശേഷമാണുള്ളത്. വിരലടയാളങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ചുകൊണ്ട് ബയോമെട്രിക് ഓഥന്റിക്കേഷൻ നടത്തിയിരുന്ന പല സ്ഥാപനങ്ങളും കോവിഡ് മഹാമാരിയെത്തുടർന്ന് ഇത്തരത്തിൽ മാറി ചിന്തിക്കുകയുണ്ടായി. മാസ്ക് ധരിച്ച മുഖങ്ങൾപോലും കൃത്യമായി തിരിച്ചറിയാൻ ഇത്തരം ആധുനികസംവിധാനങ്ങൾക്ക് കഴിയുന്നു എന്നത് എടുത്തു പറയേണ്ടതാണ്.



യഥാർഥ ലോകത്തേക്കോ കാഴ്ചകളിലേക്കോ കൃത്രിമമായ രൂപങ്ങളെ കൊണ്ടുവരുന്ന ഓഗ്യുമെന്റഡ് റിയാലിറ്റി ആപ്ലിക്കേഷനുകളും പ്രേക്ഷകനെ മറ്റൊരു ലോകത്തേക്ക് ആനയിച്ചു കൊണ്ടുപോകുന്ന വിർചൽ റിയാലിറ്റി ആപ്ലിക്കേഷനുകളും ഇവ രണ്ടും കൂടി ചേർന്ന മിക്സഡ് റിയാലിറ്റി ആപ്ലിക്കേഷനുകളുമെല്ലാം പല രീതിയിൽ ഇന്ന് പല മേഖലകളിൽ ആയി ഉപയോഗിച്ചു വരുന്നു. ഇവയുടെയെല്ലാം അടിസ്ഥാനം കമ്പ്യൂട്ടർ വിഷൻ സാങ്കേതിക വിദ്യകൾ തന്നെയാണ്. നിങ്ങളുടെ സ്വീകരണ മുറിയിൽ ഒരു പുതിയ ഫർണിച്ചറോ കർട്ടനോ ഇട്ടാൽ എങ്ങനെ ഉണ്ടായിരിക്കും എന്ന് അവ വാങ്ങാതെ തന്നെ കാണിച്ചുതരുന്ന ഓഗ്യുമെന്റഡ് റിയാലിറ്റി ആപ്ലിക്കേഷനുകളും നിങ്ങളെ വീട്ടിൽ ഇരുന്നുകൊണ്ട് തന്നെ നയാഗ്രാ വെള്ളച്ചാട്ടത്തിനരികിലേക്കോ അല്ലെങ്കിൽ ഒരു റോളർ കോസ്റ്റർ റൈഡിലേക്കോ കൊണ്ടുപോകുന്ന വിർചൽ റിയാലിറ്റി ആപ്ലിക്കേഷനുകളുമെല്ലാം ചില ഉദാഹരണങ്ങൾ മാത്രം.

കാഴ്ചകളുടെ ഉള്ളുകള്ളികൾ തുറന്നു കാണിച്ച ജീവശാസ്ത്രരംഗത്തെ പുതിയ കണ്ടെത്തലുകളും ഇലക്ട്രോണിക്സ്/കമ്പ്യൂട്ടർ സാങ്കേതിക വിദ്യകളിലെ വിപ്ലവകരമായ പുരോഗതിയും ഒത്തു ചേർന്നപ്പോൾ കമ്പ്യൂട്ടർ വിഷൻ അതിന്റെ പരിമിതികൾ ഉൾക്കൊണ്ടുതന്നെ ചില പ്രത്യേക മേഖലകളിൽ എങ്കിലും പൂർണതയിലേക്ക് അടുക്കാനും പലപ്പോഴും ജൈവികമായ കാഴ്ചാശേഷിയെ മറികടക്കാനും തുടങ്ങി. ഇക്കാലത്ത് കണ്ണുകളെ കബളിപ്പിക്കുക എളുപ്പമാണെങ്കിലും കമ്പ്യൂട്ടർ കണ്ണുകളെ കബളിപ്പിക്കുക അത്ര എളുപ്പമല്ല എന്ന സ്ഥിതിയിലേക്ക് എത്തിയിട്ടുണ്ടല്ലോ. മനുഷ്യർ ആവിഷ്കരിച്ചിട്ടുള്ള എല്ലാ സാങ്കേതിക വിദ്യകളും അവന്റെ പ്രകൃത്യാലുള്ള ശാരീരിക പരിമിതികളെ മറികടക്കാനായുള്ളവ ആണെന്നതിനാൽ കമ്പ്യൂട്ടർ സാങ്കേതിക വിദ്യകൾ ഉപയോഗിച്ചുള്ള കമ്പ്യൂട്ടർ വിഷനും കാഴ്ചയുടെ പരിമിതികൾ മറികടക്കാനും തീരുമാനങ്ങൾ എടുക്കാൻ സഹായിക്കാനും ഉള്ള ഒരു സപ്ലിമെന്റ് ആയിത്തന്നെ ആണ് പ്രവർത്തിക്കുന്നത്.■

ഇമെയിൽ: sujith@sujith.co.in
ഫോൺ: 9780915771



നിർമിതബുദ്ധിയുടെ രാഷ്ട്രീയവും നൈതികതയും

ഡോ. സുനിൽതോമസ് തോണിക്കുഴിയിൽ

- നിർമിതബുദ്ധിയുവുമായി ബന്ധപ്പെട്ട് ഭാവിയിലുണ്ടായേക്കാവുന്ന സാമൂഹികവും സാമ്പത്തികവുമായ പ്രശ്നങ്ങൾ ചർച്ചചെയ്യുന്നു.
- നിർമിതബുദ്ധി സാങ്കേതികവിദ്യ എങ്ങനെ പ്രവർത്തിക്കുന്നു എന്നു വിശദീകരിച്ചുകൊണ്ട് അതിന്റെ സാധ്യതകളും പരിമിതികളും അവതരിപ്പിക്കുന്നു.
- ഈ സാങ്കേതികവിദ്യ ഭാവിയിലുണ്ടാക്കിയേക്കാവുന്ന നൈതികവും രാഷ്ട്രീയവുമായ പ്രശ്നങ്ങൾക്ക് പരിഹാരമായി ഇതിനുമേൽ സാമൂഹികനിയന്ത്രണം മുന്നോട്ടുവയ്ക്കുന്നു.

കഴിഞ്ഞ കുറേ വർഷങ്ങളായി നിർമിതബുദ്ധി അനുദിന ജീവിതത്തിന്റെ സമസ്ത മേഖലകളിലും സ്വാധീനം ചെലുത്താൻ തുടങ്ങിയിട്ടുണ്ട്. കൊറോണ ബാധയിൽ ലോകം മുഴുവൻ നിശ്ചലമായപ്പോൾ കമ്പ്യൂട്ടറുകളും ഇന്റർനെറ്റും മറ്റ് അനുബന്ധ സാങ്കേതിക വിദ്യകളും വലിയ തോതിൽ മനുഷ്യ ജീവിതത്തിൽ സ്വാധീനം വർധിപ്പിച്ചു. നമ്മളുപയോഗിക്കുന്ന സ്മാർട്ട് ഫോണുകളിലും മറ്റും നിർമിതബുദ്ധി ഉപയോഗിച്ചുള്ള നിരവധി സംവിധാനങ്ങൾ ഇപ്പോൾത്തന്നെ ഓരോരുത്തരും ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ട്. മാപ്പുകൾ, സ്പീച്ച് റക്കഗ്നിഷൻ, വിവിധ എഴുത്ത് സഹായികൾ എന്നിവ ഉദാഹരണങ്ങളാണ്.

നിർമിതബുദ്ധി ഉപയോഗിച്ച് പ്രവർത്തിക്കുന്ന സംവിധാനങ്ങളുടെ സ്വാധീനം മനുഷ്യന്റെ ജീവിതരീതിയേയും രാഷ്ട്രീയവും സാമൂഹികവുമായ വീക്ഷണത്തെയും ബാധിക്കുമെന്ന കാര്യത്തിൽ സംശയമില്ല. നമ്മുടെ അഭിപ്രായങ്ങളെയും തിരഞ്ഞെടുപ്പ് സാധ്യതകളേയും നിർമിതബുദ്ധിയും ഡാറ്റ അനലറ്റിക്സും ഉപയോഗിച്ച് സ്വാധീനിക്കാൻ പറ്റും എന്ന് പല സമീപകാല സംഭവങ്ങളും നമ്മെ പഠിപ്പിക്കുന്നുണ്ട്. ഗൂഗിൾ പോലെയുള്ള പല വമ്പൻ കമ്പനികളും നമുക്ക് സൗജന്യ സേവനങ്ങൾ നൽകുന്നതു തന്നെ അവരുടെ നിർമിതബുദ്ധി അൽഗോരിതങ്ങൾക്ക് വേണ്ട ഡാറ്റ സംഭരിക്കുന്നതിനാണ്.

കാലക്രമേണ നിർമിതബുദ്ധി മനുഷ്യനെത്തന്നെ കീഴ്പ്പെടുത്തി കമ്പ്യൂട്ടർ സംവിധാനങ്ങളുടെ അടിമകൾ ആക്കുമോ എന്ന സംശയം പ

ലരും ഉന്നയിക്കാറുണ്ട്. ഇത്തരം സാങ്കേതിക വിദ്യകൾ കൈവശമുള്ളവർ ലോകരാഷ്ട്രീയത്തിലും വ്യാപാരത്തിലും മേൽക്കൈ നേടുമോ എന്ന ആശങ്കയും നിലവിലുണ്ട്.

19-ാം നൂറ്റാണ്ടിൽ യൂറോപ്പിലെ വ്യവസായിക വിപ്ലവത്തെ തുടർന്നാണ് വൻതോതിൽ മനുഷ്യൻ യന്ത്രങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ചുതുടങ്ങിയത്. അന്ന് നിലവിലിരുന്ന സാമൂഹിക വ്യവസ്ഥയെ അപ്പാടെ മാറ്റിമറിക്കാനും പുതിയ തൊഴിൽ മേഖലകൾക്കും ചിന്താധാരകൾക്കും തുടക്കമിടാനും യന്ത്രങ്ങളുടെ രംഗപ്രവേശത്തിന് കഴിഞ്ഞു. നമ്മൾ ഇന്നുകാണുന്ന ഭൗതിക പുരോഗതിയുടെ തുടക്കം വ്യാവസായിക വിപ്ലവമാണ്. ഈ ഭൗതിക പുരോഗതി നിരവധി സാങ്കേതിക വിദ്യകൾക്ക് വഴി തുറന്നിട്ടുണ്ട്. നിർമിതബുദ്ധി അത്തരത്തിൽപ്പെട്ട ഒന്നാണ്.

നിർമിതബുദ്ധി സംബന്ധിച്ച ഗവേഷണത്തിലും അതിന്റെ പ്രയോഗത്തിലും കഴിഞ്ഞ പത്തുപതിനഞ്ച് വർഷങ്ങൾക്കിടെ വൻകുതിച്ചുചാട്ടമുണ്ടായിട്ടുണ്ട്. ശാസ്ത്രം 21-ാം നൂറ്റാണ്ടിലെത്തി നിൽക്കുമ്പോൾ നിർമിതബുദ്ധി ആർജിച്ച യന്ത്രങ്ങൾ മനുഷ്യരാശിയെത്തന്നെ കീഴടക്കുമോയെന്ന് ചിലരെങ്കിലും ഭയപ്പെട്ടു തുടങ്ങിയിട്ടുണ്ട്.

ഇത്തരം യന്ത്രങ്ങൾക്ക് മനുഷ്യന്റെ മേൽ മേൽക്കൈ നേടാനാകുമോ, അതിനുള്ള തടസങ്ങൾ എന്തൊക്കെ, അത്തരം ഒരു മേൽക്കൈ ഉണ്ടാക്കിയേക്കാവുന്ന സാമൂഹികവും സാമ്പത്തികവുമായ മാറ്റങ്ങൾ എന്തൊക്കെയാവാം എന്നു പരിശോധിക്കുകയാണിവിടെ.

നിർമിതബുദ്ധി സാങ്കേതിക വിദ്യ എങ്ങനെയാണ് പ്രവർത്തിക്കുന്നത്?

നിർമിതബുദ്ധി ഉയർത്തുന്ന പ്രശ്നങ്ങളേക്കുറിച്ച് മനസ്സിലാക്കാൻ ഇതിന്റെ സാങ്കേതിക വശത്തേക്കുറിച്ച് ചെറിയ ഒരവബോധം ആവശ്യമാണ്. ഇതിനായി നമുക്കാദ്യം ഒരു കൊച്ചുകുട്ടി എങ്ങനെയാണ് അവനു ചുറ്റുമുള്ള ലോകത്തെ പഠിച്ച് സ്വയം തീരുമാനങ്ങളെടുക്കാൻ കഴിവുള്ള ഒരു വ്യക്തി ആയിത്തീരുന്നതെന്ന് നോക്കാം. ജനിച്ചു വീഴുന്ന നിമിഷം മുതൽ കുട്ടിയെ നമ്മളും ചുറ്റുപാടും പരിശീലിപ്പിച്ച് തുടങ്ങും. ഓരോ സെക്കന്റിലും നിരവധി കാര്യങ്ങൾ അവന്റെ കൊച്ചുതലച്ചോറിലേക്ക് നാം പകർന്നു നൽകികൊണ്ടിരിക്കും. പഞ്ചേന്ദ്രിയങ്ങളാണ് ബാഹ്യലോകത്തേക്കുള്ള അവന്റെ വാതായനങ്ങൾ. ഈ വാതിലുകളിലൂടെ വരുന്ന സംജ്ഞകളെ പലതരം കൊടുക്കൽ വാങ്ങലുകളിലൂടെ അവന്റെ തലച്ചോറിനുള്ളിൽ ഉറപ്പിക്കും.

നാം കുട്ടിയെ എണ്ണാനും എഴുതാനും മറ്റ് ദൈനംദിനകാര്യങ്ങൾ ചെയ്യാനുമൊക്കെ പഠിപ്പിക്കുന്നത് നിരന്തരമായ പരിശീലനത്തിലൂടെയാണ്. ഇങ്ങനെ പരിശീലനം നേടിയെടുക്കാൻ തലച്ചോറിന് പ്രത്യേക കഴിവുണ്ട്. കുറേക്കഴിയുമ്പോൾ വികാരങ്ങളും വിചാരങ്ങളും സ്വയമുണ്ടാക്കാൻ തലച്ചോർ പഠിക്കുന്നു. പലപ്പോഴുമിത് മുൻ അനുഭവങ്ങളുടെ മേൽ കെട്ടിപ്പൊക്കിയെടുക്കുന്ന ചിന്താധാരയായിരിക്കും. ഈ പരിശീലനപദ്ധതി ഒരേതരം കാര്യങ്ങൾ നിരന്തരമായി ആവർത്തിക്കുന്നതിൽ അധിഷ്ഠിതമാണ്. ഉദാഹരണത്തിന് കുട്ടിയെ നാം ഒരു പശുവിനെ കാണിച്ച് പശു എന്ന് പലതവണ പറയും. പാഠപുസ്തകങ്ങളിലും മറ്റും പശുവിന്റെ പലതരത്തിലുള്ള ചിത്രങ്ങൾ കാണിക്കും. പശുവിന്റെ രൂപഭാവങ്ങൾ കുട്ടിയുടെ ഉള്ളിലുറക്കുന്നതുവരെ ഇത് തുടരും.

കമ്പ്യൂട്ടറുകളെ പരിശീലിപ്പിക്കുന്നതും ഏതാണ്ട് ഇതേ പോലെയാണ്. തലച്ചോറിന് പകരം ഒരു കമ്പ്യൂട്ടർ അൽഗോരിതമാകും പരിശീലിപ്പിക്കപ്പെടുക. ഉദാഹരണത്തിന് കാറും ബസും തമ്മിൽ തിരിച്ചറിയാനുള്ള പരിശീലനമാണ് നൽകേണ്ടതെന്നിരിക്കട്ടെ. ആദ്യമായി നമ്മൾ കമ്പ്യൂട്ടറിനെ കാറിന്റെയും ബസിന്റെയും പ്രത്യേകതകൾ (features) പറഞ്ഞ് മനസ്സിലാക്കും. കാറിന്റെ പ്രത്യേകതകളുടെ ഉദാഹരണമായി നീളം, വീതി, ചക്രങ്ങളുടെ എണ്ണം, വാതിലുകളുടെ ആകൃതി, ബോണറ്റ് ഉണ്ടോ, ഇല്ലയോ? എന്നിങ്ങനെ നിരവധി കാര്യങ്ങളെടുക്കാം. ഇതുപോലെ ബസിനും പ്രത്യേകതകളുണ്ട്. ഇനി വേണ്ടത് പ്രത്യേകതകൾ വ്യക്തമായി തിരിച്ചറിയാവുന്ന കാറിന്റെയും ബസിന്റെയും ലക്ഷക്കണക്കിനു ചിത്രങ്ങളാണ്. ഈ ചിത്രങ്ങൾ ഓരോന്നായി നമ്മൾ അൽഗോരിതത്തിന് കൊടുക്കുന്നു. എന്നിട്ട് ഇന്നയിന്ന പ്രത്യേകതകൾ ഉള്ള ചിത്രം കാറാണ് അല്ലെങ്കിൽ ബസാണെന്ന് പറയുന്നു. ഓരോ ചിത്രം കാണുമ്പോഴും അൽഗോരിതം അതിന്റെ ആന്തരിക പരാമീറ്ററുകൾ മാറ്റിക്കൊണ്ടിരിക്കും (കുട്ടി കാര്യങ്ങൾ പഠിക്കുന്നതുപോലെ). ആവശ്യത്തിന് പരിശീലനം കിട്ടിക്കഴിയുമ്പോൾ അൽഗോരിതം ഇതുവരെ കണ്ടിട്ടില്ലാത്ത കാറുകളെയും ബസുകളെയും കൃത്യതയോടെ തിരിച്ചറിയാൻ തുടങ്ങും. ഇത്തരം പരിശീലനം നേടിയെടുത്തിട്ടു

നാം കുട്ടിയെ എണ്ണാനും എഴുതാനും മറ്റ് ദൈനംദിന കാര്യങ്ങൾ ചെയ്യാനുമൊക്കെ പഠിപ്പിക്കുന്നത് നിരന്തരമായ പരിശീലനത്തിലൂടെയാണ്. ഇങ്ങനെ പരിശീലനം നേടിയെടുക്കാൻ തലച്ചോറിന് പ്രത്യേക കഴിവുണ്ട്. കുറേക്കഴിയുമ്പോൾ വികാരങ്ങളും വിചാരങ്ങളും സ്വയമുണ്ടാക്കാൻ തലച്ചോർ പഠിക്കുന്നു. പലപ്പോഴുമിത് മുൻ അനുഭവങ്ങളുടെമേൽ കെട്ടിപ്പൊക്കിയെടുക്കുന്ന ചിന്താധാരയായിരിക്കും. ഈ പരിശീലന പദ്ധതി ഒരേതരം കാര്യങ്ങൾ നിരന്തരമായി ആവർത്തിക്കുന്നതിൽ അധിഷ്ഠിതമാണ്. ഉദാഹരണത്തിന് കുട്ടിയെ നാം ഒരു പശുവിനെ കാണിച്ച് പശു എന്ന് പലതവണ പറയും. പാഠപുസ്തകങ്ങളിലും മറ്റും പശുവിന്റെ പലതരത്തിലുള്ള ചിത്രങ്ങൾ കാണിക്കും. പശുവിന്റെ രൂപഭാവങ്ങൾ കുട്ടിയുടെ ഉള്ളിലുറക്കുന്നതുവരെ ഇത് തുടരും.

ള്ള അൽഗോരിതങ്ങൾ ഇപ്പോൾത്തന്നെ ഉപയോഗത്തിലുണ്ട്. അമേരിക്കൻ കമ്പനിയായ ടെസ്ലയുടെ ഡ്രൈവറില്ലാത്ത കാറുകളൊക്കെ ഇങ്ങനെ പരിശീലിപ്പിക്കപ്പെട്ട സങ്കീർണ യന്ത്രങ്ങളാണ്.

ഇപ്പോൾ സ്പീച്ച്, വിഷൻ എന്നീ രംഗങ്ങളിൽ പരിശീലിപ്പിക്കപ്പെട്ട അൽഗോരിതങ്ങൾ മാർക്കറ്റിൽ എത്തിത്തുടങ്ങിയിട്ടുണ്ട്. എങ്കിലും മണം, സ്പർശനം, രുചി എന്നീ ഇന്ദ്രിയങ്ങളെക്കുറിച്ചുള്ള ഗവേഷണങ്ങൾ ശൈശാവസ്ഥയിലാണ്. വിഷൻ, സ്പീച്ച് രംഗങ്ങളിൽത്തന്നെ വലിയ പുരോഗതിയുണ്ടായിട്ടുണ്ടെങ്കിലും മനുഷ്യന് സാധ്യമായ പല വികാരങ്ങളും പുനഃസൃഷ്ടിക്കാൻ ഈ യന്ത്രങ്ങൾക്ക് ഇതുവരെ കഴിഞ്ഞിട്ടില്ല. എന്നാൽ, അത്തരത്തിലുള്ള ഗവേഷണങ്ങൾക്ക് സമീപകലത്ത് നല്ല പുരോഗതിയുണ്ട്.

ചിത്രങ്ങളിൽ നിന്ന് നിങ്ങളുടെ കൂട്ടുകാരെ തിരിച്ചറിയുന്നതും വലിയ പാരഗ്രാഫുകൾ വായിച്ച് ചുരുക്കം തയാറാക്കുന്നതും ഭാഷാന്തരം നടത്തുന്നതുമൊക്ക ഇതിന്റെ ഉദാഹരങ്ങളാണ്. എങ്കിലും സാമൂഹിക ആചാരങ്ങളെയും സന്ദർഭങ്ങളെയും തിരിച്ചറിഞ്ഞ് തീരുമാനങ്ങളിലെത്താനുള്ള മനുഷ്യ മസ്തിഷ്കത്തിന്റെ കഴിവിനടുത്തെത്താൻ നിർമിതബുദ്ധി ഇനിയും ഒരുപാടു കാതം പോകേണ്ടതുണ്ട്.

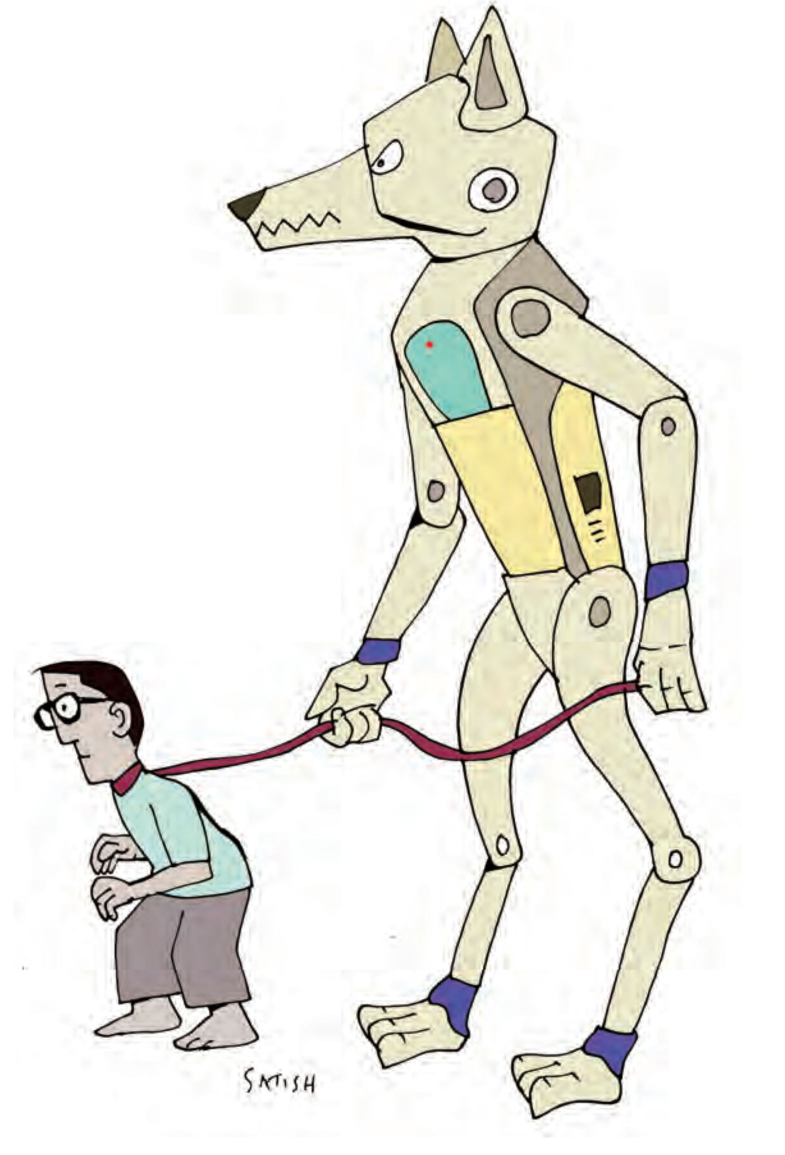
നിർമിതബുദ്ധി ഉയർത്തുന്ന സാമൂഹികപ്രശ്നങ്ങൾ

നിലവിലെ നിർമിത ബുദ്ധി അൽഗോരിതങ്ങൾ തലച്ചോറുമായി തുലനം ചെയ്താൽ വളരെ സ്പെഷ്യലൈസ്ഡ് ആണ്. മനുഷ്യ മസ്തിഷ്കത്തെ നിരവധി കഴിവുകൾ ആർജിക്കാനും പ്രയോഗിക്കാനും കഴിവുള്ള ജനറൽ പർപ്പസ് കമ്പ്യൂട്ടിങ് സംവിധാനമായി കരുതാം. എല്ലാ കഴിവുകളിലും മനുഷ്യ മസ്തിഷ്കത്തിനോട് കിടനിൽക്കുന്ന അൽഗോരിതങ്ങൾ നിലവിൽ കണ്ടെത്തിയിട്ടില്ല.

അതിനാൽ, മനുഷ്യ മസ്തിഷ്കത്തിന്റെ സകല കഴിവുകളുമുള്ള 'യന്തിരൻ'മാർ സമീപ ഭാവിയിലുണ്ടാകാൻ സാധ്യത കുറവാണ്. പക്ഷേ, ഇപ്പോഴുള്ള നിർമിതബുദ്ധി അൽഗോരിതങ്ങൾ വളരെ ഇടുങ്ങിയ മേഖലകളിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്നവയാണെങ്കിൽ പോലും പല രീതിയിലും മനുഷ്യ ജീവിതത്തിൽ നേരിട്ടിടപെടാൻ പര്യാപ്തമായിട്ടുണ്ട്.

2015-ലെ കണക്കനുസരിച്ച് ഒരു ശരാശരി ഇന്ത്യക്കാരന്റെ ജീവിതകാലം 68 വർഷമാണ്. അമേരിക്കക്കാരന്റേത് 78-ഉം. മറ്റു രാജ്യങ്ങളിൽ കുറച്ചൊക്കെ മാറിയെന്നിരിക്കും. ഒരു വ്യക്തി പ്രായപൂർത്തിയായി പുനരുത്പാദനം നടത്താൻ ഏകദേശം 20 വർഷമെടുക്കും. അതായത്, ഓരോ ഇരുപതു വർഷവും നമ്മൾ പുതിയ ആളുകളെ പരിശീലിപ്പിക്കുന്നു. പരിശീലനം ലഭിച്ച വ്യക്തികൾ 60-70 വയസ്സിന് ശേഷം കളമൊഴിയുന്നു. ഏകദേശം 40 വർഷമാണ് ജോലിയിലും മറ്റുമുള്ള ഒരാളുടെ പ്രവർത്തന കാലയളവ്.

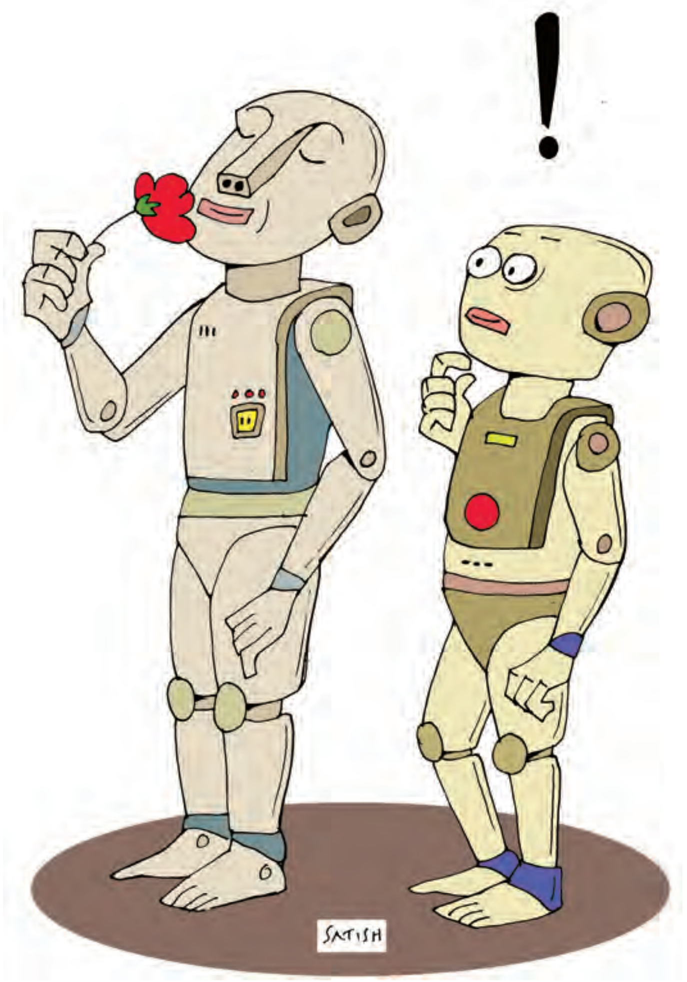
നിർമിതബുദ്ധി ഉപയോഗിക്കുന്ന യന്ത്രങ്ങൾ വ്യാപകമാകുന്നതോടെ ഈ ചക്രത്തിന് മാറ്റം വരും. ഒരിക്കൽ പരിശീലിപ്പിച്ച യന്ത്രം ഒരിക്കലും നശിച്ചുപോകാത്തവിധം സംരക്ഷിക്കാനാകും. നമ്മുടെ പല പ്രൊഫഷനുകളും നിലനിൽക്കുന്നത് നിരന്തരമായ പരിശീലനത്തിലൂടേയും അങ്ങനെ ആർജിച്ച വിദ്യകളുടെ, തലമുറ തോറുമുള്ള കൈമാറ്റത്തിലൂടെയും പ്രയോഗത്തിലൂടെയുമാണ്. ഇപ്പോഴത്തെ നിലക്ക് കൃത്രിമബുദ്ധിയുള്ള യന്ത്രങ്ങൾ വളരെ ചുരുങ്ങിയ തോതിൽ കടന്നു വന്നാൽപ്പോലും അറിവ് അടിസ്ഥാനമാക്കിയുള്ള പല തൊഴിലുകളും ഇല്ലാതാകും.



വക്കീൽ, ഡോക്ടർ തുടങ്ങി പരിശീലനത്തിന് വൻ ചെലവുവേണ്ടിവരുന്ന തൊഴിലുകളാകും ഈ വിപ്ലവത്തിന്റെ ആദ്യത്തെ ഇരകൾ. ഒരു ഡോക്ടറെ പരിശീലിപ്പിക്കാൻ ചുരുങ്ങിയത് 15 വർഷവും ലക്ഷക്കണക്കിന് രൂപയും വേണം. ഇത്രതന്നെ സമയമെടുത്ത് ഇതിലും വലിയ തുക മുടക്കി യന്ത്രഡോക്ടറെ പരിശീലിപ്പിച്ചാൽ പോലും ലാഭകരമായിരിക്കും. കാരണം, നമുക്ക് മനുഷ്യ ഡോക്ടറെ ക്ലോൺ ചെയ്യാനാവില്ല. പക്ഷേ, യന്ത്രഡോക്ടറുടെ ആയിരക്കണക്കിന്

കോപ്പികളുണ്ടാക്കാൻ പറ്റും. ഒരിക്കൽ പരിശീലിപ്പിച്ചാൽ ഈ ഡോക്ടർക്ക് മരണമില്ല.

നിർമിതബുദ്ധി കുറേശ്ശെയായിട്ടാണെങ്കിലും ജീവിതത്തിന്റെ സമസ്ത മേഖലകളിലേക്കും കടന്നുവരും. 19-ാം നൂറ്റാണ്ടിലുണ്ടായതുപോലെ ഒരു സാമൂഹികമാറ്റത്തിന് ഇത് വഴി തെളിച്ചേക്കാം. മനുഷ്യർക്ക് ചെയ്യാൻ തൊഴിലുകളില്ലാതാകും. തീർച്ചയായും പുതിയ തൊഴിൽ മേഖലകളും അവസരങ്ങളും ഉണ്ടാകും. അത് സാധാരണക്കാരനെ ഏതൊക്കെ രീതിയിൽ ബാധിക്കും എന്നത് കണ്ടറിയണം. വ്യാവസായിക വിപ്ലവത്തെത്തുടർന്ന് യൂറോപ്പിലുണ്ടായ സാമൂഹിക മാറ്റം പോലെയൊന്ന് നിർമിതബുദ്ധി വിപ്ലവത്തിൽ നിന്ന് പ്രതീക്ഷിക്കാം. ഇത്തരം ഒരവസ്ഥ മനുഷ്യ ജീവിതത്തിൽ എന്തൊക്കെ പ്രത്യാഘാതങ്ങളാണുണ്ടാക്കാൻ പോകുന്നതെന്ന് കണ്ടുതന്നെ അറിയണം.



നിർമിതബുദ്ധിയുടെ രാഷ്ട്രീയ മാനങ്ങൾ

നിർമിതബുദ്ധി സംബന്ധിച്ച ഗവേഷണങ്ങൾക്ക് ധാരാളം പണവും സമയവുമാവശ്യമാണ്. ഇപ്പോഴത്തെ സ്ഥിതിവെച്ച് വൻകിട കോർപ്പറേറ്റ് സ്ഥാപനങ്ങളാണ് ഇതിന് മുതലിറക്കുന്നത്. ഇത് മനുഷ്യരാശിയെ സംബന്ധിച്ച് ആപൽക്കരമായ ഒരു സ്ഥിതിവിശേഷമാണ്. ഈ അറിവ് കൈവശമുള്ളവന്റെ കയ്യിലെ കളിപ്പാട്ടങ്ങളായി സാധാരണ മനുഷ്യർ മാറാൻ അധികകാലം വേണ്ടിവരില്ല. ഓരോ പൗരനേയും അടയാളപ്പെടുത്താനും അവന്റെ നീക്കങ്ങൾ നിരീക്ഷിക്കാനും കമ്പ്യൂട്ടറുകൾക്ക് സാധിക്കും. ഈ കമ്പ്യൂട്ടറുകളുടെ നിയന്ത്രണമുള്ളവർക്ക് മനുഷ്യജീവിതത്തിന്റെ നാനാവശങ്ങളേയും സ്വന്തം ഇച്ഛയ്ക്കനുസരിച്ച് പരുവപ്പെടുത്താൻ കഴിഞ്ഞേക്കും. അതിനാൽത്തന്നെ ജനാധിപത്യത്തിന്റെ ഭാവി പരുങ്ങലിലേക്കായേക്കാം. കുറച്ചുനാൾ മുൻപ് നടന്ന അമേരിക്കൻ പ്രസിഡന്റ് തിരഞ്ഞെടുപ്പിൽ ഡാറ്റ അനലറ്റിക്സും നിർമിതബുദ്ധിയുമുപയോഗിച്ച് മനുഷ്യരുടെ അഭിപ്രായങ്ങളെത്തന്നെ മാറ്റിമറിച്ചു എന്ന ഒരു ആരോപണം ഇത്തരമൊരു നിരീക്ഷണത്തെ സാധൂകരിക്കുന്നതാണ്. ജീവിച്ചിരിക്കുന്ന ഓരോ മനുഷ്യരെയും നിരീക്ഷിക്കുന്നതിനും അവന്റെ ഇഷ്ടാനിഷ്ടങ്ങളിലും സ്വകാര്യതയിലും കടന്നു കയറി ഡേറ്റ ശേഖരിക്കുന്നതിനുമുള്ള സാധ്യത ഇന്റർനെറ്റ് തുറന്നുതരുന്നുണ്ട്.

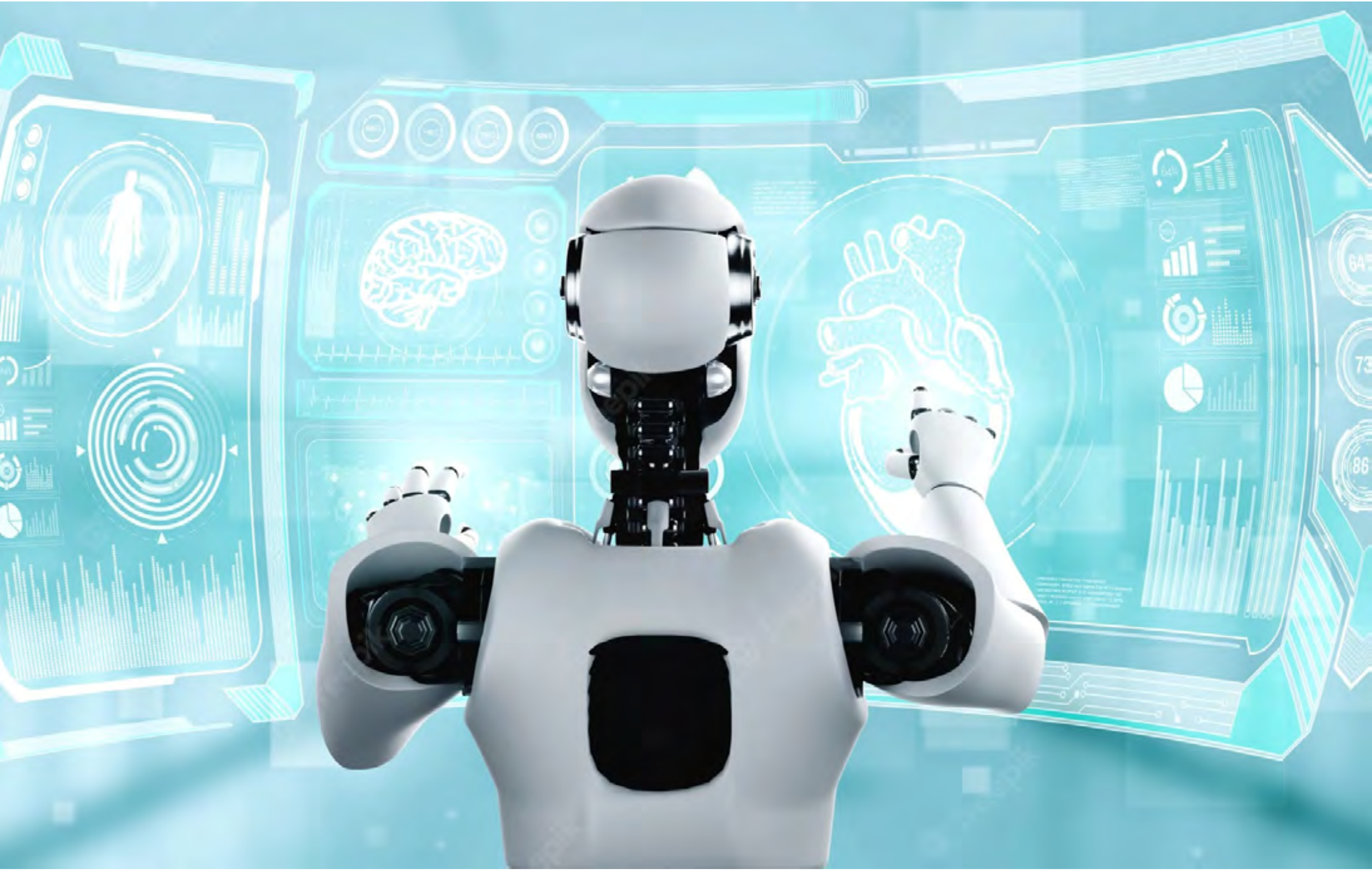
ഇങ്ങനെ ശേഖരിച്ചെടുത്ത ഡാറ്റയുടെ തടവുകാരായി മാറിക്കൊണ്ടിരിക്കുകയാണ് നാമോരോരുത്തരും. ഇത്തരം ഡാറ്റാ ശേഖരണത്തിന് രാജ്യങ്ങളുടെ അതിർ വരമ്പുകളില്ല. നമ്മളോരോരുത്തരുടെയും പ്രൊഫൈൽ ഇപ്പോൾത്തന്നെ പലരുടേയും കൈകളിലുണ്ട്. സ്റ്റേറ്റിനും വൻകിട കോർപ്പറേറ്റുകൾക്കും ഓരോ മനുഷ്യനേയും നിർമിതബുദ്ധിയുടെ സഹായത്തോടെ നിയന്ത്രിക്കാനാകും എന്നത് തികച്ചും ഭയാനകമായ അവസ്ഥയാണ്.

അൽഗോരിതങ്ങളുടെ പക്ഷപാതവും നൈതിക നിർമിതബുദ്ധിയും

(Algorithmic bias and ethical AI)

മുൻപ് സൂചിപ്പിച്ചത് പോലെ നിർമിതബുദ്ധി സംവിധാനങ്ങളൊക്കെ പരിശീലിപ്പിക്കപ്പെടുന്നത് ഡാറ്റയിൽ നിന്നാണ്. ഡാറ്റായിലടങ്ങിയിരിക്കുന്ന നമുക്കാവശ്യമായ ഫീച്ചറുകളെ വേർതിരിച്ചെടുത്താണ് അൽഗോരിതങ്ങൾക്ക് 'ബുദ്ധി'യുടെ അളവുകോലുകൾ നൽകുന്നത്. ഇങ്ങനെ ചെയ്യുമ്പോൾ പലപ്പോഴും മനുഷ്യന്റേതായതുകൊണ്ടുതന്നെ അൽഗോരിതങ്ങളും പക്ഷപാതപരമായി (bias) പെരുമാറിയേക്കാം. ഉദാഹരണത്തിന്, വെളുത്ത വർഗക്കാരുടെ ഡാറ്റ മാത്രമുപയോഗിച്ച് ട്രെയിൻ ചെയ്യപ്പെട്ട ഒരൽഗോരിതം കറുത്ത വർഗക്കാരോട് പക്ഷപാതപരമായി പെരുമാറിയേക്കാം. ഇത്തരം ചില സംഭവങ്ങൾ കഴിഞ്ഞ വർഷങ്ങളിൽ ഉണ്ടായിട്ടുണ്ട്.

അതുപോലെതന്നെ, അൽഗോരിതങ്ങൾ നിയന്ത്രിക്കുന്ന സംവിധാനങ്ങളുടെ നൈതികത മറ്റൊരു വിഷയമാണ്. ഉദാഹരണത്തിന്, ഒരു സെൽഫ് ഡ്രൈവിങ് കാർ എടുക്കുന്ന തീരുമാനങ്ങൾക്ക് ആരാണ് ഉത്തരവാദി, ഏത് രീതിയിലാണ് ആസന്നമായ ഒരു അപകടഘട്ടത്തിൽ ഇത്തരം ഒരു കാർ പ്രവർത്തിക്കേണ്ടത് എന്നൊക്കെ നിശ്ചയിക്കപ്പെടേണ്ടതുണ്ട്. നമ്മുടെ സാമൂഹിക വ്യവസ്ഥയ്ക്കും നിയമസംവിധാനങ്ങൾക്കും ഇത്തരം പ്രശ്നങ്ങളെ നേരിടേണ്ടിവരും. പൊതു സമൂഹത്തിന്റെ ഉപയോഗത്തിനായി നിർമിതബുദ്ധി സംവിധാനങ്ങൾ പുറത്തിറക്കുമ്പോൾ അൽഗോരിതങ്ങൾ പക്ഷപാതരഹിതമായും നൈതികമായും പ്രവർത്തിക്കുന്നു എന്ന് നിയമംമൂലം ഉറപ്പുവരുത്തേണ്ടതുണ്ട്.



മുന്നോട്ടുള്ള വഴി

ഇപ്പോഴത്തെ സാങ്കേതികവിദ്യ വെച്ച് മനുഷ്യനെപ്പോലെയുള്ള ഒരു സമ്പൂർണ യന്ത്രമനുഷ്യനെ സൃഷ്ടിക്കാനാവില്ല. പകരം വളരെ സ്പെഷ്യലൈസ് ചെയ്തിട്ടുള്ള യന്ത്രമനുഷ്യരെ ഉണ്ടാക്കാൻ പറ്റും. ഡ്രൈവറില്ലാത്ത കാറും നമ്മുടെ ചോദ്യങ്ങൾക്ക് ബുദ്ധിപൂർവം ഉത്തരം പറയുന്ന യന്ത്രവുമൊക്കെ ഇതിന്റെ ഉദാഹരണങ്ങളാണ്. മനുഷ്യന്റെ ബുദ്ധിയുടെ സാധ്യതകൾ ഇപ്പോൾ നാം നേടിയെടുത്തിട്ടുള്ള നിർമിതബുദ്ധിയുടെ പല മടങ്ങ് മുകളിലാണ്.

ഒരു ചിത്രം കണ്ടാൽ നമുക്ക് അതിന് പലതരം വ്യാഖ്യാനങ്ങളുണ്ടാക്കാം. 50 പേരുള്ള ക്ലാസിൽ നിങ്ങൾ കരയുന്ന ഒരു കുട്ടിയുടെ ചിത്രം കാണിച്ചിട്ട് ഉപന്യാസമെഴുതാൻ പറഞ്ഞാൽ 50 തരത്തിലുള്ള ഉപന്യാസങ്ങളാവും കിട്ടുക. ഇമാജിനേഷൻ പോലെയുള്ള മനുഷ്യന്റെ സിദ്ധികൾ യന്ത്രങ്ങൾ നേടുന്ന കാലം അടുത്തെത്തിയിട്ടില്ല. എങ്കിലും അത്തരം ഒരു ലക്ഷ്യത്തിലേക്ക് അൽഗോരിതങ്ങൾ മെല്ലെ ചുവടു വെക്കുകയാണ്.

യന്ത്രമനുഷ്യന് പൗരത്വം കൊടുത്തു എന്ന് പറയുന്നത് തൽക്കാലം വെറും ഒരു പരസ്യമായിക്കണ്ടാൽ മതി. മനുഷ്യന്റെ സ്വതസിദ്ധമായ കഴിവുകൾ പലപ്പോഴും നമുക്ക് പ്രവചിക്കാവുന്നതിനപ്പുറമാണ്. പഞ്ചേന്ദ്രിയങ്ങളിൽനിന്ന് തലച്ചോറിനു ലഭിക്കുന്ന സിഗ്നലുകളിൽ നിന്ന് പലതരം തീരുമാനങ്ങളെടുക്കാനും പ്രവർത്തിക്കാനുമുള്ള സവിശേഷ കഴിവ് മനുഷ്യനുണ്ട്. മനുഷ്യനെ പരിശീലിപ്പിച്ചെടുക്കാൻ പലപ്പോഴും വളരെക്കുറച്ച് ഡാറ്റയുടെ ആവശ്യമേയുള്ളു. ഉദാഹരണത്തിന് ഒരാൾക്ക് ചില കാഴ്ചകളും മണങ്ങളുമൊക്കെ ഒറ്റത്തവണ അനുഭവിച്ചാൽത്തന്നെ ജീവിതകാലം മുഴുവൻ ഓർത്തിരിക്കാനാകും.

നിർമിതബുദ്ധി അൽഗോരിതങ്ങളുടെ പരിശീലനത്തിന് വളരെയധികം ഡാറ്റായും പരിശീലന സമയവും ആവശ്യമാണ്. അതിനാൽ, നിലവിലുള്ള അൽഗോരിതങ്ങൾ വളരെ സ്പെഷ്യലൈസ്ഡ് ആയ ജോലികൾക്ക് മാത്രമാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നത് അങ്ങനത്തെ പ്രത്യേക പ്രാവീണ്യം വേണ്ട ചില ജോലികളിൽ മനുഷ്യനെ കടത്തിവെട്ടാൻ ഇപ്പോൾത്തന്നെ നിർമിതബുദ്ധി അൽഗോരിതങ്ങൾക്ക് കഴിവുണ്ട്. എങ്കിലും ഒരു മനുഷ്യ മസ്തിഷ്കത്തിലെ പോലെ സർവ കഴിവുകളും സ്വായത്തമാക്കാൻ കഴിവുള്ള അൽഗോരിതങ്ങളൊന്നും തന്നെ ഇപ്പോൾ നിലവിലില്ല.

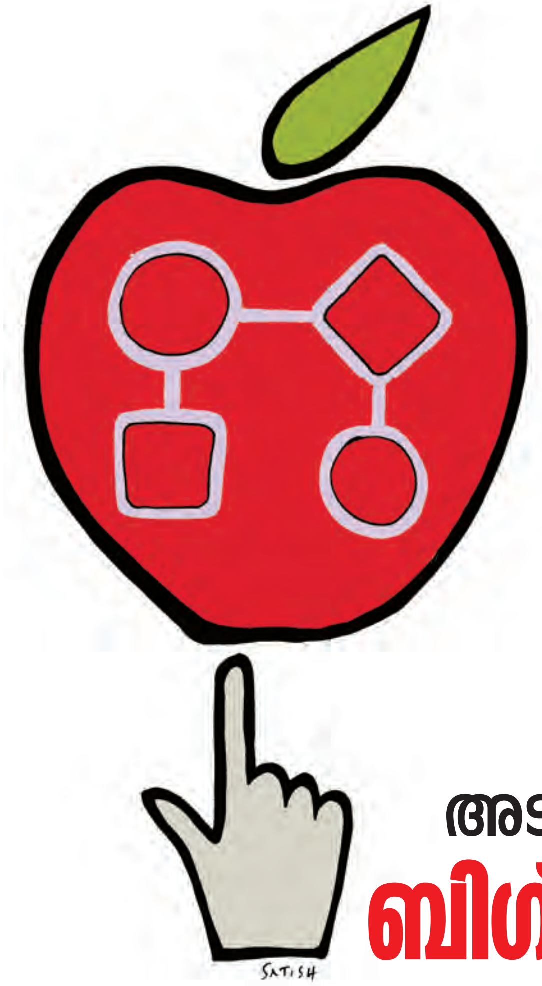
ഉദാഹരണമായി, ചെസ് കളിക്കാൻ പരിശീലിപ്പിച്ച ഒരു അൽഗോരിതം ഡ്രൈവിങ്ങിൽ ഉപയോഗിക്കാനാകില്ല. അതിനായി പ്രത്യേക പരിശീലനം വേണം. പലതരം ജോലികൾ പഠിക്കുന്നതോടെ അൽഗോരിതങ്ങളുടെ സങ്കീർണത കൂടുന്നതിനാൽ പ്രായോഗികമായി ഉപയോഗം സാധ്യമല്ലാതാകും. ഇങ്ങനെ പലതരത്തിലുള്ള ജോലികൾക്കായി യന്ത്രത്തെ പരിശീലിപ്പിക്കാൻ നിലവിലുള്ള സാങ്കേതിക വിദ്യക്ക് പരിമിതികളുണ്ട്.

തൽക്കാലം ഒരു സാധാരണ മനുഷ്യന്റെ ആകെയുള്ള ബുദ്ധിശക്തിക്കും കഴിവുകൾക്കും അടുത്തെങ്ങും അൽഗോരിതങ്ങൾ എത്തിയിട്ടില്ല. പക്ഷേ, കാലക്രമത്തിൽ മനുഷ്യന്റെ ഓരോരോ സിദ്ധികൾ ഇവ ആർജിക്കും എന്നു കരുതാം. ആ സമയത്ത് മനുഷ്യൻ ചുരുക്കം ചില കോർപ്പറേറ്റുകളുടെ കളിപ്പാട്ടമാകാതിരിക്കാൻ ആർട്ടിഫിഷ്യൽ ഇന്റലിജൻസ് രംഗത്തെ ഗവേഷണ പ്രവർത്തനങ്ങളും അറിവും പൊതുസ്വത്താക്കി മാറ്റണം. ഏതൊരു സമൂഹത്തിനും വ്യക്തിക്കും ഈ ടെക്നോളജികളൊക്കെ പ്രാപ്യമാക്കണം.

ജനാധിപത്യവ്യവസ്ഥയെ തകിടം മറിച്ചേക്കാവുന്ന ഈ ടെക്നോളജിയെ ശ്രദ്ധാപൂർവം നാം കൈകാര്യം ചെയ്തില്ലെങ്കിൽ ഭാവിയിലെ പൗരൻ സാങ്കേതിക വിദ്യയുടെമേൽ നിയന്ത്രണമുള്ളവരുടെ ഇച്ഛയ്ക്കനുസരിച്ച് പ്രവർത്തിക്കുന്ന യന്ത്രങ്ങളായി മാറിയേക്കാം.

ആറ്റിങ്ങൽ ഗവൺമെന്റ് എഞ്ചിനീയറിങ് കോളേജ് പ്രിൻസിപ്പലാണ് ലേഖകൻ.

ഇമെയിൽ: vu2swx@gmail.com
ഫോൺ: 9446172785



അടുത്തറിയാം ബിഗ്ഡാറ്റയും ബയോഇൻഫർമാറ്റിക്സും

സോനാ ചാൾസ്

- കോവിഡ് 19 മനുഷ്യന്റെ ആരോഗ്യ പരിപാലനത്തിനായുള്ള ശ്രദ്ധ ചുറ്റുപാടുകളിലേക്കും വ്യപിപ്പിക്കേണ്ടതിന്റെ ആവശ്യകത ബോധ്യപ്പെടുത്തി.
- പ്രകൃതിയെ മാറ്റിത്തീർക്കാനുള്ള മനുഷ്യന്റെ കഴിവ് മുതലാളിത്തത്തിന്റെ സമ്പത്തുത്പാദന രീതിമൂലം വിവേചന രഹിതമായി മാറിയതാണ് പരിസ്ഥിതി പ്രശ്നങ്ങൾക്കും സാമ്പത്തിക അസമത്വങ്ങൾക്കും കാരണമായത്.
- ഏകലോകം ഏകാരോഗ്യം ചർച്ച ചെയ്യുമ്പോൾ രോഗങ്ങൾക്കിടയാക്കുന്ന സാഹചര്യങ്ങളെ വികസന പ്രക്രിയയുമായി ബന്ധപ്പെടുത്തി മനസ്സിലാക്കണം.

ഡാറ്റാ, ബിഗ്ഡാറ്റാ തുടങ്ങിയവ നാം പലപ്പോഴും കേൾക്കാറുള്ള വാക്കുകളാണ്. ശാസ്ത്ര-സാങ്കേതിക മേഖലയ്ക്ക് പുറത്തും ചർച്ച ചെയ്യപ്പെടുന്നതിനാൽ ഇവ സാധാരണക്കാരുടെപോലും ശ്രദ്ധയിൽപ്പെടാറുണ്ട്. അതുകൊണ്ടുതന്നെ, ഡാറ്റയും ബിഗ്ഡാറ്റയും എന്താണെന്നും ഇവയുടെ ഉപയോഗങ്ങൾ എന്തൊക്കെയാണെന്നും അറിയാൻ പലർക്കും താൽപ്പര്യമുണ്ടാകും.

ഡാറ്റയിൽ നിന്ന് തുടങ്ങാം. പഠനങ്ങൾക്കും വിശകലനങ്ങൾക്കും വേണ്ടി ശാസ്ത്രീയമായി ശേഖരിക്കുന്ന വിവരങ്ങളാണ് ഡാറ്റ. കേരളത്തിൽ കോവിഡ് ബാധിച്ചവരുടെ എണ്ണം ഡാറ്റയുടെ ലളിതമായ ഉദാഹരണമാണ്. നമ്മുടെ ചുറ്റുപാടുമുള്ള പക്ഷികളുടെ എണ്ണം, അതും ഡാറ്റയാണ്. നയരൂപീകരണത്തിനും ശരിയായ തീരുമാനങ്ങൾ കൈക്കൊള്ളുന്നതിനും ശാസ്ത്രീയമായി ശേഖരിച്ച ഡാറ്റ സഹായകമാകാറുണ്ട്.

ഡാറ്റയെ അറിവാക്കി മാറ്റാൻ കഴിയും. നമ്മുടെ ചുറ്റുപാടുമുള്ള പക്ഷികളുടെ എണ്ണം ഡാറ്റയാണെങ്കിൽ, അവ ഏതൊക്കെ പക്ഷികളാണെന്ന് പറയുന്നതോടെ അതൊരു അറിവായി മാറുന്നു. അതുപോലെ തന്നെയാണ് കോവിഡ് രോഗികളുടെ എണ്ണവും. എണ്ണം വെറും ഡാറ്റയാണ്. എന്നാൽ, കോവിഡ് പ്രതിരോധ കുത്തിവെയ്പ്പ് എടുത്തവരിൽ രോഗബാധയുണ്ടായവരുടെ ജില്ല തിരിച്ചുള്ള കണക്ക് അറിവാണ്.

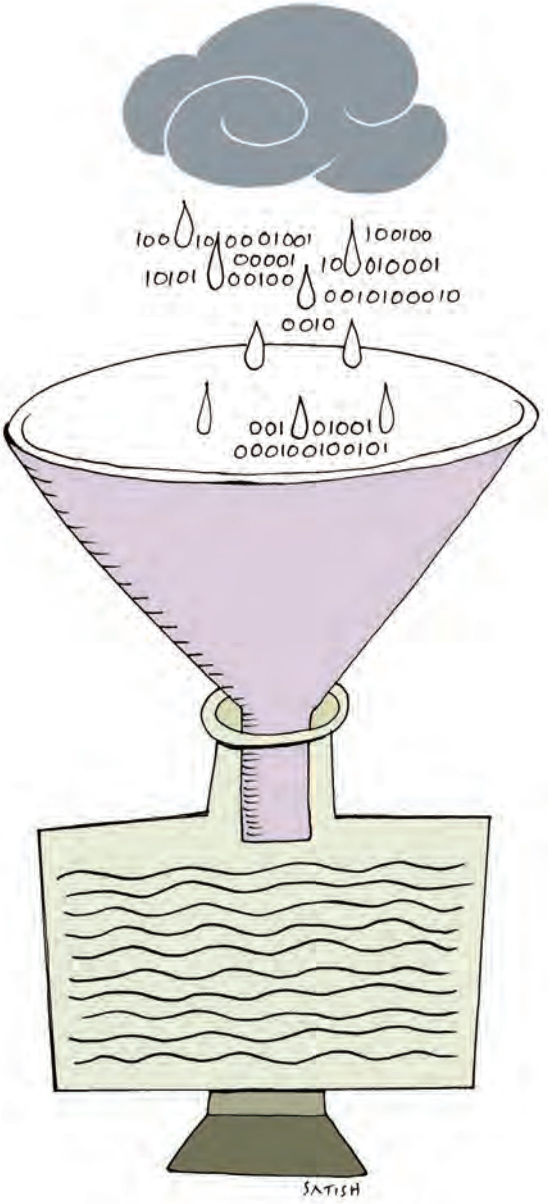
ബിഗ്ഡാറ്റയും ബയോ ഇൻഫൊർമാറ്റിക്സും

വലിയ ഡാറ്റയാണ് ബിഗ്ഡാറ്റ. 1997-ൽ ആണ് ഈ വാക്ക് ആദ്യമാ

യി ഉപയോഗിക്കുന്നത്. മുൻപ് ഒരിക്കലുമില്ലാത്തവിധം ജീവശാസ്ത്ര ഡാറ്റ വിപുലമായിക്കൊണ്ടിരിക്കുകയാണ്. ഇത്തരം ഡാറ്റയുടെ വിശകലനം ജീവശാസ്ത്ര ലോകത്ത് സാധാരണമായി മാറിക്കഴിഞ്ഞു. ബിഗ് ഡാറ്റയുടെ പ്രധാന സവിശേഷതകളെ നമുക്ക് മൂന്ന് വാക്കുകളിൽ ഒതുക്കാം. വ്യാപ്തി, വ്യത്യസ്തത, വേഗത എന്നിവയാണവ. സങ്കീർണവും വിപുലവുമായ ജീവശാസ്ത്ര ഡാറ്റ മനസ്സിലാക്കുന്നതിനുള്ള സോഫ്റ്റ്‌വെയറുകളും ശാസ്ത്രീയമാർഗങ്ങളും വികസിപ്പിച്ചെടുക്കുന്ന പഠനശാഖയാണ് ബയോഇൻഫൊർമാറ്റിക്സ്.

ബയോ ഇൻഫൊർമാറ്റിക്സിന്റെ വളർച്ചയെ രണ്ട് ഘട്ടമായി തിരിക്കാം. ജനിതകഘടന മനസ്സിലാക്കുന്നതിന് മുമ്പും ശേഷവുമുള്ള കാലങ്ങളാണവ. മനുഷ്യന്റെ ജനിതകഘടന മനസ്സിലാക്കുന്നതിനുള്ള ശ്രമങ്ങളായിരുന്നു ആദ്യഘട്ടത്തിൽ നടന്നത്. ജനിതകഘടന വ്യക്തമായതോടെ അതിന്റെ ഗുണഫലങ്ങൾ കൊയ്യാനുള്ള ശ്രമങ്ങൾക്ക് രണ്ടാംഘട്ടത്തിൽ പ്രാധാന്യം നൽകി. 1995-ൽ അന്താരാഷ്ട്ര തലത്തിൽ ആരംഭിച്ച ഹ്യൂമൺ ജീനോം പ്രോജക്ട് ഈ ദിശയിൽ വലിയ മുന്നേറ്റത്തിന് തുടക്കം കുറിച്ചു.

വൻതോതിൽ ഡാറ്റ ശേഖരിക്കുന്നതിനുള്ള ജീവശാസ്ത്ര മാർഗങ്ങൾ കഴിഞ്ഞ പതിറ്റാണ്ടിൽ വികസിപ്പിച്ചെടുത്തിരുന്നു. ഈ ഡാറ്റ ലോകമെമ്പാടുമുള്ള ഗവേഷകർക്ക് ലഭ്യമാക്കുകയായിരുന്നു പിന്നീടുള്ള ലക്ഷ്യങ്ങളിലൊന്ന്. ഇതിനായി ഡാറ്റ അനായാസം സൂക്ഷിക്കാനും വീണ്ടെടുക്കാനും ഉപയോഗിക്കാനുമുള്ള കമ്പ്യൂട്ടർ അടിസ്ഥാന സങ്കേതങ്ങൾ രൂപപ്പെടുത്തേണ്ടതുണ്ടായിരുന്നു. ഇവിടെയാണ് ബയോഇൻഫൊർമാറ്റിക്സ് പ്രസക്തമാകുന്നത്.



ബയോഇൻഫൊർമാറ്റിക്സും ജീവശാസ്ത്ര പഠനവും

ജെനോമിക്സിന് പുറമേ മറ്റു പല ജീവശാസ്ത്ര മേഖലകളിലും ബയോഇൻഫൊർമാറ്റിക്സിന് പ്രാധാന്യമുണ്ട്. ട്രാൻസ്ക്രിപ്റ്റോമിക്സ്, പ്രോട്ടിയോമിക്സ്, മെറ്റബോളോമിക്സ്, മെറ്റാജെനോമിക്സ് എന്നിവ അവയിൽ ചിലതാണ്.

ട്രാൻസ്ക്രിപ്റ്റോമിക്സ്: പ്രത്യേക സാഹചര്യങ്ങളിൽ അല്ലെങ്കിൽ പ്രത്യേക കോശങ്ങളിൽ ജീനോം ഉത്പാദിപ്പിക്കുന്ന സമ്പൂർണ ആർഎൻഎ ആണ് ട്രാൻസ്ക്രിപ്റ്റോം. രോഗങ്ങൾ, പരിസ്ഥിതി തുടങ്ങിയ വിവിധ കാരണങ്ങളാൽ ഇതിൽ മാറ്റം വരും.

പ്രോട്ടിയോമിക്സ്: ഒരു ജീവിയിൽ ഉണ്ടാകുന്ന പ്രോട്ടീനുകളാണ് പ്രോട്ടിയോം. വിവിധ കോശങ്ങളിൽ ഇത് വ്യത്യസ്തമായിരിക്കും. പ്രോട്ടീൻ ഉത്പാദന നിരക്ക്, അവയുടെ അപചയ നിരക്ക്, ഉണ്ടാകുന്ന മാറ്റങ്ങൾ, പ്രോട്ടീനുകൾ പരസ്പരം എങ്ങനെ പ്രതിപ്രവർത്തിക്കുന്നു തുടങ്ങിയവയാണ് പ്രോട്ടിയോമിക്സ് പഠനവിധേയമാക്കുന്നത്.

മെറ്റബോളോമിക്സ്: ചെറിയ തന്മാത്രകളെക്കുറിച്ചുള്ള വിപുലമായ പഠനമാണ് മെറ്റബോളോമിക്സ്. ഇത്തരം തന്മാത്രകൾ മെറ്റബോളൈറ്റ്സ് എന്ന് അറിയപ്പെടുന്നു.

മെറ്റജെനോമിക്സ്: സൂക്ഷ്മാണു സമൂഹങ്ങളെക്കുറിച്ചുള്ള പഠനമാണ് മെറ്റജെനോമിക്സ്. മനുഷ്യൻ ഉൾപ്പെടെയുള്ള ജീവികളുടെ നിലനിൽപ്പിന് സൂക്ഷ്മാണുക്കൾ അത്യന്താപേക്ഷിതമാണ്. ജൈവമണ്ഡലത്തിൽ നടക്കുന്ന എല്ലാ പ്രവർത്തനങ്ങളിലും സൂക്ഷ്മാണുക്കളുടെ സ്വാധീനമുണ്ട്. വായിലും കുടലിലുമുള്ള സൂക്ഷ്മാണുക്കളാണ് ആഹാരം ദഹിപ്പിക്കാനും അതിൽ നിന്നുള്ള ഊർജം സ്വീകരിക്കാനും നമ്മെ പ്രാപ്തരാക്കുന്നത്. സൂക്ഷ്മാണുക്കൾ കൊണ്ടുള്ള ഗുണങ്ങൾ എത്ര വേണമെങ്കിലും പറയാൻ കഴിയും.

ഇത്തരം പഠനമേഖലകളിൽ നിന്ന് വൻതോതിൽ ഡാറ്റ ഉത്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്നു. സങ്കീർണമായ ഇത്തരം ഡാറ്റ വിശകലനം ചെയ്യുന്നത് ബിഗ് ഡാറ്റയുടെ ഭാഗമായ വിവിധ സാങ്കേതികവിദ്യകളുടെ സഹായത്തോടെയാണ്.

നിത്യജീവിതത്തിലെ ബയോ ഇൻഫൊർമാറ്റിക്സ്

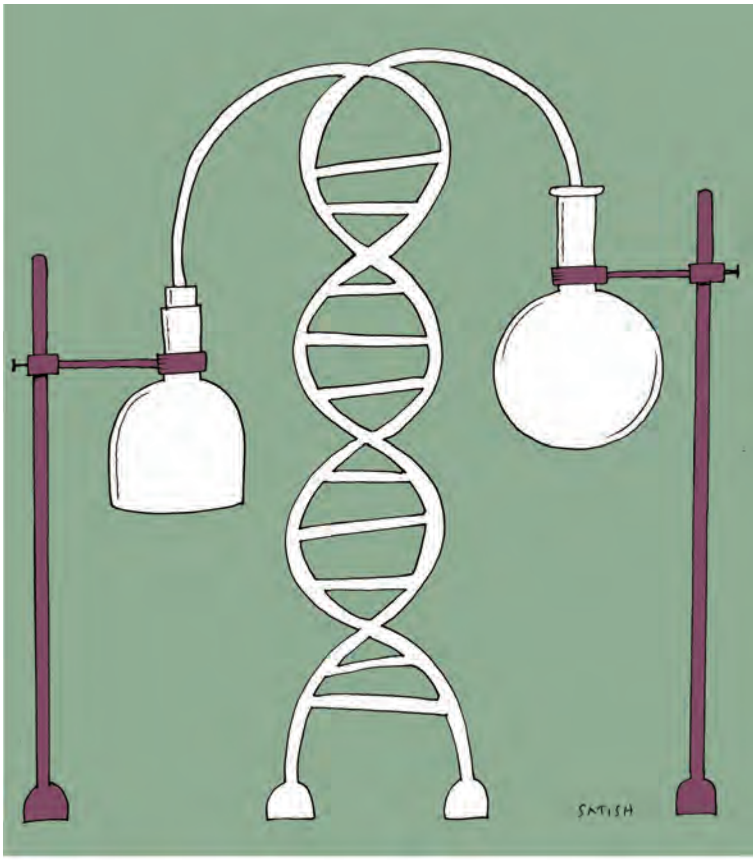
ഗവേഷണരംഗത്ത് മാത്രമല്ല കൃഷി, ആരോഗ്യം എന്നീ മേഖലകളിലും ബിഗ് ഡാറ്റയുടെ പ്രാധാന്യം വർധിച്ചുവരുകയാണ്. ശരിയായ തീരുമാനം കൃത്യസമയത്ത് എടുക്കുന്നതിന് സഹായിക്കുകയാണ് കൃഷിയിൽ ബിഗ് ഡാറ്റയുടെ പ്രധാന ജോലി. ഇതിനായി ഡാറ്റാ മൈനിങ്, നിർമിത ബുദ്ധി, മെഷീൻ ലേണിങ്, സ്റ്റാറ്റിസ്റ്റിക്സ് തുടങ്ങിയവയെല്ലാം സംയോജിപ്പിച്ചാണ് ഇത് ചെയ്യുന്നത്.

കൃഷിരീതികളുടെ സുസ്ഥിരത, കാര്യക്ഷമത എന്നിവ ഉറപ്പാക്കാനും കർഷകന് മികച്ച വരുമാനം നൽകാനും ഇത് സഹായിക്കുന്നുണ്ട്. പുതിയ വിത്തുകൾ വികസിപ്പിച്ചെടുക്കൽ, പ്രിസിഷൻ ഫാമിങ്, സെൻസറുകളും അനലറ്റിക്സും ഉപയോഗിച്ച് ഭക്ഷ്യവസ്തുക്കൾ പാഴാകുന്നത് തടയൽ, ഭക്ഷ്യജന്യ രോഗങ്ങളുടെ പ്രതിരോധം, കാര്യക്ഷമമായ വിതരണ ശൃംഖല ഉറപ്പാക്കൽ തുടങ്ങി കൃഷിയുടെ സമസ്ത മേഖലകളിലും ബിഗ് ഡാറ്റയ്ക്കും അനുബന്ധ സാങ്കേതികവിദ്യകൾക്കും പ്രയോഗ സാധ്യതകളേറുകയാണ്.

വൈദ്യശാസ്ത്ര രംഗത്തും ബിഗ് ഡാറ്റ അത്ഭുതങ്ങൾ സൃഷ്ടിച്ചുതുടങ്ങിയിട്ടുണ്ട്. ഡോക്ടർ രോഗിയെ പരിശോധിച്ച് ചികിത്സ തീരുമാനിക്കുകയാണ് പരമ്പരാഗത രീതി. ഇതിൽ മനുഷ്യസഹജമായ തെറ്റുകൾ വരാനുള്ള സാധ്യതയുണ്ട്. കമ്പ്യൂട്ടർ ശാസ്ത്രരംഗത്തുണ്ടായിരിക്കുന്ന പുരോഗതി കൃത്യമായ രോഗനിർണയത്തിന് ഏറെ സഹായിക്കുന്നുണ്ട്. മെഡിക്കൽ ഇമേജിങ്, ജനിതകശാസ്ത്രം തുടങ്ങിയ പല വൈദ്യശാസ്ത്ര മേഖലകളിലും ഡാറ്റാ സയൻസിനും ബിഗ് ഡാറ്റയ്ക്കും പ്രാധാന്യം വന്നുകഴിഞ്ഞു.

രോഗനിർണയത്തിന് സാധാരണയായി ഉപയോഗിക്കുന്നവയാണ് എക്സ്റേ, എംആർഐ, സിടി സ്കാൻ എന്നിവ. മനുഷ്യന്റെ ആന്തരികാവയവങ്ങൾ പകർത്തുന്നതിനുള്ള സാങ്കേതിക വിദ്യകളാണ് ഇവയെല്ലാം. രോഗിയെ പരിശോധിക്കുന്നതിലൂടെ മനസ്സിലാക്കാൻ കഴിയാത്ത സൂക്ഷ്മമായ പ്രശ്നങ്ങൾ പോലും ഡോക്ടർക്ക് ഇതിൽ നിന്ന് അറിയാനാകും.

പുതിയ മരുന്നുകൾ കണ്ടുപിടിക്കുന്നത് സങ്കീർണമായ പ്രക്രിയയാണ്. മികച്ച ഔഷധങ്ങൾ നിർമിക്കുന്നതിന് മരുന്നു കമ്പനികൾ വ്യാപകമായി ഡാറ്റാ സയൻസിനെ ആശ്രയിക്കുന്നുണ്ട്. മരുന്നു പരീക്ഷണത്തിന് വേണ്ടിവരുന്ന സമയം, പണം എന്നിവ ലാഭിക്കാൻ ഒരുപരിധിവരെ ഇതിലൂടെ സാധിക്കും.



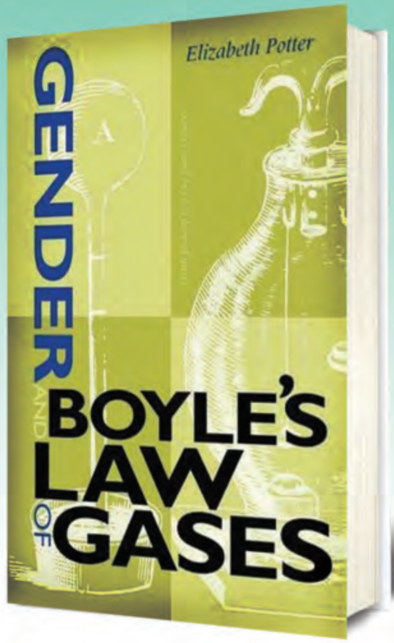
സാധാരണയായി കണ്ടുവരുന്ന രോഗങ്ങളുടെ സാധ്യത വർധിപ്പിക്കുന്ന ജീനുകൾ തിരിച്ചറിയുന്നതിനുള്ള പഠനങ്ങളാണ് അടുത്തഘട്ടം. ഇതുവഴി വ്യക്തിഗത മരുന്നുകൾ വികസിപ്പിക്കാനാകും. മറ്റുള്ളവയെക്കാൾ ഫലപ്രാപ്തി പതിന്മടക്ക് അധികമായിരിക്കുമെന്നതാണ് ഇത്തരം മരുന്നുകളുടെ സവിശേഷത. ഈ രീതിയിലേക്ക് ലോകം മാറുന്നതിന് അധികം കാത്തിരിക്കേണ്ടി വരില്ലെന്ന് തന്നെ പ്രതീക്ഷിക്കാം

രോഗസാധ്യത മനസ്സിലാക്കാനും കൃത്യമായി പ്രവചിക്കാനും ഡാറ്റാ സയൻസ് പ്രയോജനപ്പെടുത്തുന്നുണ്ട്. ഒരു വ്യക്തിയുടെ ശീലങ്ങൾ, പാരമ്പര്യ ഘടകങ്ങൾ, ലക്ഷണങ്ങൾ എന്നിവ വിലയിരുത്തി കൃത്യമായി രോഗസാധ്യത പ്രവചിക്കുന്ന രീതിക്ക് ലോകമെമ്പാടും പ്രിയമേറുകയാണ്. രോഗം വരാതിരിക്കാനുള്ള മുൻകരുതലുകൾ സ്വീകരിക്കാനുള്ള അവസരമാണ് ഇത് നൽകുന്നത്.

സാധാരണയായി കണ്ടുവരുന്ന രോഗങ്ങളുടെ സാധ്യത വർധിപ്പിക്കുന്ന ജീനുകൾ തിരിച്ചറിയുന്നതിനുള്ള പഠനങ്ങളാണ് അടുത്തഘട്ടം. ഇതുവഴി വ്യക്തിഗത മരുന്നുകൾ വികസിപ്പിക്കാനാകും. മറ്റുള്ളവയെക്കാൾ ഫലപ്രാപ്തി പതിന്മടക്ക് അധികമായിരിക്കുമെന്നതാണ് ഇത്തരം മരുന്നുകളുടെ സവിശേഷത. ഈ രീതിയിലേക്ക് ലോകം മാറുന്നതിന് അധികം കാത്തിരിക്കേണ്ടി വരില്ലെന്ന് തന്നെ പ്രതീക്ഷിക്കാം.■

(കോഴിക്കോട് ഇന്ത്യൻ ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ട് ഓഫ് സ്പൈസസ് റിസർച്ചിലെ ക്രോപ് ഇംപ്രൂവ്മെന്റ് ആന്റ് ബയോടെക്നോളജി വിഭാഗം ശാസ്ത്രജ്ഞയാണ് ലേഖിക)

ഇമെയിൽ:
retheesh.krishnan@gmail.com
ഫോൺ: 85890 25714



എലിസബത്ത് പോർട്ടർ രചിച്ച

ലിംഗധാരണകളും ബോയിലിന്റെ വാതകനിയമവും

2

ഡോ. ജെ. ദേവിക

ശാസ്ത്രഗവേഷണത്തിലെ 'നിഷ്പക്ഷത' സൂചിപ്പിക്കാൻ പലരും ഉദാഹരിക്കാറുള്ളത് ബോയിലിന്റെ വാതകനിയമമാണ്. എന്നാൽ എലിസബത്ത് പോർട്ടർ രചിച്ച ലിംഗധാരണകളും ബോയിലിന്റെ വാതകനിയമവും (Elizabeth Porter, Gender and Boyle's Law of Gases, Bloomington: Indiana University Press, 2000) എന്ന പഠന ഗ്രന്ഥം ബോയിലിന്റെ വാതകനിയമത്തെ അദ്ദേഹത്തിന്റെതന്നെ അഭിപ്രായങ്ങളുടെയും, ആ കാലഘട്ടത്തിൽ പ്രാമുഖ്യമുണ്ടായിരുന്ന തത്വചിന്തകളുടെയും പശ്ചാത്തലത്തിൽ ചരിത്രപരമായി പരിശോധിക്കുന്നു. പുസ്തകത്തിന്റെ ഉള്ളടക്കത്തെക്കുറിച്ചുള്ള ഒരു സംക്ഷിപ്ത അവലോകനമാണ് ഈ ലക്കത്തിൽ

ഉപസംഹാരം

റോബെർട്ട് ബോയിൽ 1640-ളുടെ രണ്ടാം പകുതിയിൽ ലിംഗസ്വഭാവസംബന്ധമായ വിഷയങ്ങളിൽ കാര്യമായ താൽപ്പര്യമെടുത്തിരുന്നെന്നും ഇതേ കാലത്തു തന്നെയാണ് ദ്രവ്യത്തിന്റെ സ്വഭാവത്തെപ്പറ്റി അക്കാലത്ത് പരസ്പരം മത്സരിച്ചിരുന്ന പല സിദ്ധാന്തങ്ങളെപ്പറ്റിയുള്ള അദ്ദേഹത്തിന്റെ വായനയും ആലോചനയും നടന്നതെന്നും നാം കണ്ടു. സാമൂഹിക-രാഷ്ട്രീയരംഗത്ത് മാറ്റങ്ങളുടെ കാലം കൂടിയായിരുന്നു ഇത്. മുമ്പൊരിക്കലും ഇല്ലാത്തവിധം സ്ത്രീകൾ തങ്ങളുടെ വിഷയങ്ങൾക്കുവേണ്ടി എഴുതുകയും ഭരണാധികാരികളെ സമീപിക്കുകയും തെരുവുകളിൽ പ്രതിഷേധിക്കുകയും ചെയ്ത ഈ സമയത്ത് ബോയിൽ അടക്കമൊതുക്കവും ദൈവഭക്തിയും പ്രകടിപ്പിക്കുന്ന, കുഞ്ഞുങ്ങളെ മുലയൂട്ടുന്ന, അനുസരണശീലയായ ഉത്തമവനിതയെപ്പറ്റി ലേഖനങ്ങളും കത്തുകളും ഒരു കാൽപ്പനിക കൃതി തന്നെയും എഴുതി. നല്ല ശാസ്ത്രപരീക്ഷകനായ ഉത്തമ ശാസ്ത്രജ്ഞന്റെ സ്വഭാവങ്ങളെയും മൂല്യങ്ങളെയും (സ്വന്തം സ്ത്രൈണമായ വ്യത്യസ്തതയിലൂടെ) എടുത്തുയർത്തിക്കാട്ടുന്ന സ്ത്രീരൂപമായാണ് ബോയിൽ തന്റെ ഉത്തമസ്ത്രീയെ അവതരിപ്പിച്ചതെന്നും നാം മനസ്സിലാക്കി. ബോയിൽ വിഭാവനം ചെയ്ത ഉത്തമശാസ്ത്രജ്ഞൻ ഉത്തമപുരുഷത്വത്തിന്റെ പ്രതിനിധി കൂടിയായിരുന്നു ദൈവനിർമിതമായ പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ അത്ഭുതങ്ങളെ ശാസ്ത്രപഠനത്തിലൂടെ വെളിവാക്കിക്കൊണ്ട് ദൈവികമായ, ഭക്തിപൂർണമായ, ആത്മനിയന്ത്രണത്തിൽ അധിഷ്ഠിതമായ ജീവിതം നയിക്കുന്ന ജ്ഞാനാധികാരിയാണ് അദ്ദേഹത്തിന്റെ ഉത്തമപുരുഷൻ. അടക്കമൊതുക്കമില്ലാത്ത സ്ത്രീകളാൽ ആകർഷിക്കപ്പെടുമെങ്കിലും അയാൾ അവരുടെ വലകളിൽ വീഴാതെ തന്റെ മുഴുവൻ ഊർജത്തെയും ശാസ്ത്രാന്വേഷണങ്ങളിൽ വിനി

യോഗിക്കുന്നു. ശാസ്ത്രപഠനരംഗത്ത് ഉത്തമസ്ത്രീയ്ക്ക് യാതൊരു സ്ഥാനവും ബോയിൽ കാണുന്നില്ല.

സാധാരണവും പരിചിതവുമായ രീതികളിൽ ബോയിൽ സംഭാവന ചെയ്ത വാതകനിയമത്തിന്റെ കഥ പറഞ്ഞാൽ അദ്ദേഹത്തിന്റെ കണ്ടുപിടുത്തവും അദ്ദേഹം വച്ചുപുലർത്തിയിരുന്ന ലിംഗാദർശങ്ങളും തമ്മിൽ കാര്യമായ ബന്ധമൊന്നും കണ്ടെത്താൻ നമുക്ക് കഴിയില്ല. എന്നാൽ, ആ ഗവേഷണം നടന്ന സാമൂഹിക-രാഷ്ട്രീയപശ്ചാത്തലം കൂടി പരിശോധിച്ചാൽ അത്തരമൊരു അന്വേഷണത്തിന്റെ വഴി തുറക്കും. രാഷ്ട്രീയ അസ്ഥിരതയുടെ കാലമായിരുന്നു അത്. രാജാധികാരം മങ്ങിയതോടൊപ്പം സ്വതന്ത്രാഭിപ്രായങ്ങളെ അടിച്ചമർത്താനും മാമൂലുകളെ അടിച്ചേൽപ്പിക്കാനുമുള്ള ആംഗ്ലിക്കൻപള്ളിയുടെ അധികാരവും ചുരുങ്ങി. ലിംഗപരവും വർഗപരവുമായ അസമത്വങ്ങൾക്കും അനീതികൾക്കും എതിരെയുള്ള നിരവധി ശബ്ദങ്ങൾ ഈ വർഷങ്ങളിൽ ഉയർന്നു. വിചിത്രമെന്ന് തോന്നിയേക്കാവുന്ന പല ലക്ഷ്യങ്ങളും ആശയങ്ങളും മാത്രമല്ല, ഇന്ന് നാം സർവസാധാരണവും അനിവാര്യമായി കരുതുന്ന പലതും ഇക്കാലത്താണ് ആശയങ്ങളായി ഉന്നയിക്കപ്പെട്ടത് യുദ്ധത്തിനും സമാധാനത്തിനും ജനപ്രതിനിധിസഭകളുടെ അനുമതി വേണമെന്ന ആവശ്യം, സങ്കടങ്ങൾ ബോധിപ്പിക്കാൻ സർക്കാരിലേക്ക് ഹർജി അയയ്ക്കാനുള്ള അവകാശം, പുരുഷന്മാരുടെ വോട്ടവകാശം, തുടങ്ങിയ പലതും. പലരും സമ്പത്തിന്റെ തുല്യവിതരണത്തിനു വേണ്ടി വാദിച്ചു.

ഈ ജനകീയ പരിശ്രമങ്ങളിലെ സജീവപങ്കാളികളായിരുന്നു അക്കാലത്തെ സ്ത്രീകൾ. അതിനുള്ള നിയമപരമായ അവകാശം അവർക്കുണ്ടായിരുന്നില്ല. എങ്കിലും, അന്നു ജനങ്ങളനുഭവിച്ച സാമ്പത്തിക ബുദ്ധിമുട്ടുകളെ പരിഹരിക്കുന്നതിനെപ്പറ്റിയും ആഭ്യന്തരയുദ്ധം അവസാനിപ്പിക്കുന്നതിനെപ്പറ്റിയും എഴുതി. 1649-ൽ ഏകദേശം 10000 സ്ത്രീകൾ പുരുഷന്മാർക്കൊപ്പം രാഷ്ട്രീയതുല്യത പരസ്യമായി ആവശ്യപ്പെടാൻ തയ്യാറായി.

വിപ്ലവകാരികൾ എന്നുതന്നെ വിശേഷിപ്പിക്കാമായിരുന്ന ആ സ്ത്രീപുരുഷന്മാരുടെ ആശയങ്ങൾ പ്രാവർത്തികമായിരുന്നെങ്കിൽ അന്നത്തെ ഉച്ചനീചത്വങ്ങളുടെ ലോകം തലകീഴ്മറിഞ്ഞേനേ, സംശയമില്ല. 1649-ൽ രാജാവിന്റെ തലയറുക്കപ്പെട്ടപ്പോൾ ഇത് യാഥാർഥ്യമാകുമെന്ന പ്രതീതിയുണ്ടാവുകയും ചെയ്തു. പക്ഷേ, രാഷ്ട്രീയസ്ഥിരതയുള്ള റിപ്പബ്ലിക് അസാധ്യമെന്നു വന്നപ്പോൾ, വിദേശത്തു നിന്ന് വന്ന പുതിയൊരു രാജാവ് സ്ഥാനമേറ്റപ്പോൾ, സമൂഹം വ്യവസ്ഥാപിതരീതികളിലേക്ക് മടങ്ങി. കലങ്ങിമറിഞ്ഞ ഇടസമയം എടുത്തുചാട്ടം മാത്രമായി വായിക്കപ്പെട്ടു.

സാധാരണവും പരിചിതവുമായ രീതികളിൽ ബോയിൽ സംഭാവന ചെയ്ത വാതകനിയമത്തിന്റെ കഥ പറഞ്ഞാൽ അദ്ദേഹത്തിന്റെ കണ്ടുപിടുത്തവും അദ്ദേഹം വച്ചുപുലർത്തിയിരുന്ന ലിംഗാദർശങ്ങളും തമ്മിൽ കാര്യമായ ബന്ധമൊന്നും കണ്ടെത്താൻ നമുക്ക് കഴിയില്ല. എന്നാൽ, ആ ഗവേഷണം നടന്ന സാമൂഹിക-രാഷ്ട്രീയപശ്ചാത്തലം കൂടി പരിശോധിച്ചാൽ അത്തരമൊരു അന്വേഷണത്തിന്റെ വഴി തുറക്കും. രാഷ്ട്രീയ അസ്ഥിരതയുടെ കാലമായിരുന്നു അത്. രാജാധികാരം മങ്ങിയതോടൊപ്പം സ്വതന്ത്രാഭിപ്രായങ്ങളെ അടിച്ചമർത്താനും മാമൂലുകളെ അടിച്ചേൽപ്പിക്കാനുമുള്ള ആംഗ്ലിക്കൻ പള്ളിയുടെ അധികാരവും ചുരുങ്ങി. ലിംഗപരവും വർഗപരവുമായ അസമത്വങ്ങൾക്കും അനീതികൾക്കും എതിരെയുള്ള നിരവധി ശബ്ദങ്ങൾ ഈ വർഷങ്ങളിൽ ഉയർന്നു. വിചിത്രമെന്ന് തോന്നിയേക്കാവുന്ന പല ലക്ഷ്യങ്ങളും ആശയങ്ങളും മാത്രമല്ല, ഇന്ന് നാം സർവസാധാരണവും അനിവാര്യമായി കരുതുന്ന പലതും ഇക്കാലത്താണ് ആശയങ്ങളായി ഉന്നയിക്കപ്പെട്ടത്.

ഈ വിപ്ലവകാരികളിൽ പലരുടെയും സാമൂഹികചിന്ത Hermes Trismegistus എന്ന ചിന്തകന്റെ ആശയങ്ങളിലാണ് വേരോടിയിരുന്നത്. നവ-പ്ലേറ്റോണിക (Neo-Platonic) പ്രകൃതി-മാന്ത്രികപാരമ്പര്യത്തിലൂന്നിയ സവിശേഷമായ പാരമ്പര്യമായിരുന്നു ഇത്. യൂറോപ്യൻ മധ്യകാല നൂറ്റാണ്ടുകൾ മുതൽ ആധുനികാലം വരെയും Ficino മുതൽ Paracelsus, Campanella തുടങ്ങിയ ചിന്തകരിലൂടെ വളർന്ന് അണുവാദത്തെ സംഖ്യാപരമായ പരീക്ഷണരീതികളെയും കൂട്ടിച്ചേർക്കാൻ Helmont എന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞൻ നടത്തിയ അസാമാന്യപരിശ്രമം വരെ ഇത് നീണ്ടുകിടന്നു. ദ്രവ്യത്തിന് സ്വയമേവ ചലിക്കാനാകുമെന്നു കരുതിയ hylozoist സർവജീവത്വവാദത്തിന്റെ (animism) ഒരു വകഭേദമായിരുന്നു ഇത്. പതിമൂന്നാം നൂറ്റാണ്ടിന്റെ പകുതി മുതൽ ഈ ശാസ്ത്രചിന്ത സമൂഹനിയമങ്ങളിൽ അടിസ്ഥാനപരമായ മാറ്റം കാംക്ഷിച്ച രാഷ്ട്രീയചിന്തയോട് ചേർന്നുനിന്നു. ആധുനിക ഇംഗ്ലണ്ടിന്റെ ആരംഭകാലത്തെ രാഷ്ട്രീയ സമത്വകാംക്ഷകളും ഈ ചിന്തയെ ആശ്രയിച്ചു. അരിസ്റ്റോട്ടിലിയൻ ഭൗതിക-ജീവശാസ്ത്രചിന്തയ്ക്ക് ബദലുകൾ നിർദേശിക്കുന്നവരായിരുന്നു ഈ പാരമ്പര്യത്തിലെ ചിന്തകർ. അതുകൊണ്ടുതന്നെ ഭൗതികം, രസതന്ത്രം, ജീവശാസ്ത്രം, ആധുനിക വൈദ്യശാസ്ത്രം എന്നിവയിൽ പുതുസാധ്യതകൾ കണ്ടെത്താനിടയുള്ള ജ്ഞാനാന്വേഷകരായി ഈ പാരമ്പര്യത്തെ പിൻതുടർന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞർ എണ്ണപ്പെട്ടു.

പരിമിതവും കൃത്യവുമായ അതിര് നിർണയിക്കപ്പെട്ട മതസ്വാതന്ത്ര്യത്തിന്റെ വക്താവായിരുന്നു ബോയിൽ. പക്ഷേ, അപരിചിതങ്ങളായ വരേണ്യവിരുദ്ധ ആശയങ്ങളെ സ്വീകരിച്ച ചെറുസംഘങ്ങളെ (വരേണ്യ വർഗാംഗമായ) അദ്ദേഹം സംശയത്തോടെ വീക്ഷിച്ചു, അവയെ മുളയിലേ നുള്ളണമെന്ന് നിർദേശിച്ചു. മതപരമായ അഭിപ്രായങ്ങളുടെ പേരിലുള്ള അടിച്ചമർത്തലുകളെ അംഗീകരിച്ചില്ലെങ്കിലും പൊതുവേ സർവജീവത്വവാദികൾ രാഷ്ട്രീയ റാഡിക്കലുകളാണെന്നു കരുതുകയും സർവജീവത്വവാദത്തെ അടച്ചെതിർക്കുകയും ചെയ്തിരുന്നു അദ്ദേഹം. പലപ്പോഴും ശുദ്ധ ദൈവശാസ്ത്ര വാദങ്ങളിലൂടെയാണ്

അദ്ദേഹം സർവജീവത്വവാദത്തെ എതിർത്തത്. പക്ഷേ, അതിൽ ഊന്നിയ ഭൗതിക-ജീവശാസ്ത്രസിദ്ധാന്തങ്ങളെയും പരികൽപ്പനകളെയും മറ്റും എതിർക്കുമ്പോഴും ദൈവശാസ്ത്ര വാദങ്ങളെത്തന്നെ അദ്ദേഹം ആശ്രയിച്ചു.

ആധുനികശാസ്ത്രത്തിന്റെ രീതിശാസ്ത്രചിന്തയെ കാര്യമായി സ്വാധീനിച്ച ശാസ്ത്രജ്ഞനെന്ന നിലയ്ക്ക് ബോയിലിന്റെ ശാസ്ത്രചിന്തയെയും പരീക്ഷണങ്ങളെയും അതിസൂക്ഷ്മമായി പരിശോധിക്കാൻ ഗവേഷകർ തയ്യാറായിട്ടുണ്ട്. 1650-കളിലാണ് അദ്ദേഹം സർവജീവത്വവാദത്തെ പാടെ ഉപേക്ഷിച്ച് mechanist ചിന്തയെ സ്വീകരിച്ചത്. അന്നത്തെ രാഷ്ട്രീയ റാഡിക്കലിസം പ്രകൃതിവസ്തുക്കൾക്ക് അതിസൂക്ഷ്മതലത്തിലെങ്കിലും സ്വയം ചലിക്കാനുള്ള കഴിവുണ്ടെന്ന ധാരണയുമായി ബന്ധപ്പെട്ടുനിൽക്കുന്നുവെന്ന തോന്നലാണ് ഈ തിരഞ്ഞെടുക്കലിന് പ്രേരണയായതെന്ന് നിരവധി ഗവേഷകർ ചൂണ്ടിക്കാണിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഇക്കാലം വരെയും ബോയിൽ സർവജീവത്വവാദ ചിന്തയുടെ ഒരു വകഭേദത്തിന്റെ വക്താവായിരുന്നുവെന്നും, പ്രത്യേകിച്ച് Helmundന്റെ ഭൗതിക-ജീവശാസ്ത്രചിന്തയോട് സവിശേഷമായ അടുപ്പം അദ്ദേഹം കാണിച്ചിരുന്നെന്നും അവർ തെളിയിക്കുന്നു. മാന്ത്രികതയെ മുഴുവനായി അദ്ദേഹം തള്ളിക്കളഞ്ഞിരുന്നില്ലെന്നും പ്രകൃതിയുടെ സഹജ സജീവത സംബന്ധിച്ചുള്ള ചില തത്വങ്ങളെ ജീവിതകാലം മുഴുവൻ അംഗീകരിച്ചെന്നും സമീപകാലഗവേഷണം വെളിപ്പെടുത്തുന്നു. അതായത്, 1650-കളിൽ അദ്ദേഹം സർവജീവതാവാദത്തെ ഉപേക്ഷിച്ച് മെക്കാനിസത്തിലേക്ക് 'മതം മാറിയ'തല്ലെന്ന് ഉറപ്പായും പറയാം.

പക്ഷേ, ഈ പുസ്തകത്തിന്റെ വിഷയം ബോയിൽ സമ്പൂർണ മെക്കാനിസ്റ്റ് ആയിരുന്നോ എന്നതല്ല. സർവജീവത്വവാദത്തെ താൻ എതിർക്കുന്നുവെന്ന് അദ്ദേഹം തെളിച്ചുതന്നെ പറയുന്നുണ്ട്. (സ്ത്രൈണസ്വഭാവിയായി സങ്കൽപ്പിക്കപ്പെട്ട) പ്രകൃതിക്ക് ബുദ്ധി, വിവേകം മുതലായ ഗുണങ്ങളുണ്ടെന്ന് ആരോപിക്കുന്നതിനു സമമാണ് അതെന്ന് വിമർശിക്കുന്നുണ്ട്. ഈ വിശ്വാസം മനുഷ്യരെ മതനിന്ദാപരവും കടുത്തതുമായ തെറ്റുകളിലേക്കു നയിക്കുമെന്നും ബഹുദൈവവിശ്വാസത്തെ വളർത്തുമെന്നും ദൈവത്തെ ദ്രവ്യത്തിലേക്ക് കൂട്ടിച്ചേർക്കുന്ന അക്രിസ്തീയചിന്തയിലവരെ ആഴ്ത്തുമെന്നും അദ്ദേഹം ഭയന്നു. മെക്കാനിസ്റ്റ് ചിന്ത പ്രകൃതിയെ ജീവനറ്റ ജഡവസ്തുവായി കാണുന്നതുകൊണ്ട് മേൽപ്പറഞ്ഞ വിശ്വാസപരമായ വീഴ്ചകളോ അപകടങ്ങളോ അതുമൂലം ഉണ്ടാകാനിടയില്ലെന്ന് ചൂണ്ടിക്കാണിക്കുകയും ചെയ്തു. അരിസ്റ്റോട്ടിലിന്റേതടക്കമുള്ള എല്ലാ hylozoic ഭൗതികവാദങ്ങളുടെയും ആശയപരമായ കാതൽ പ്രകൃതിയുടെ സഹജസജീവതയെപ്പറ്റിയുള്ള ബോധ്യമാണെന്ന് അദ്ദേഹം കരുതി.

ഉദാഹരണത്തിന്, മുളംതണ്ടിലൂടെ വെള്ളം വലിച്ചെടുക്കാൻ കഴിയുന്നതെങ്ങനെ എന്ന ചോദ്യത്തിനുള്ള അരിസ്റ്റോട്ടിലിയൻ ഉത്തരം വെള്ളത്തിന് സജീവത കൽപ്പിക്കുന്നുവെന്ന് അദ്ദേഹം വിമർശിച്ചു; പ്രകൃതി ശൂന്യതയെ വർജിക്കും എന്ന വാദത്തിന്റെ കാതൽ സർവജീവതത്വവാദമാണെന്നും. ഈ വാദത്തിനെതിരെ ഭൂമിക്കു ചുറ്റും ഭാരവും കാരകശക്തിയുമുള്ള വായുവിന്റെ സമുദ്രം തന്നെയുണ്ടെന്ന് ബോയൽ സമർഥിച്ചു. ചുറ്റുമുള്ള വായുവിന്റെ ഭാരവും കാരകശേഷിയും മൂലമാണ് മുളയിലേക്കു വലിച്ചുകയറ്റപ്പെടുന്ന വെള്ളം മുകളിലേക്കുയരുന്നത്. ഫ്രാൻസിസ്ക്കസ് ലിനസ് (Franciscus Linus) എന്ന ജെസ്യൂട്ട് (Jesuit) ശാസ്ത്രജ്ഞനുമായുള്ള സംവാദത്തിലും ഇതേ വാദങ്ങളാണ് ബോയിൽ ഉന്നയിച്ചത്. ലിനസ് അരിസ്റ്റോട്ടിലീയവാദക്കാരനായിരുന്നില്ല. സർവജീവത്വവാദത്തിന്റെ ശക്തനായ അനുകൂലിയല്ലായിരുന്നില്ല. പക്ഷേ, അദ്ദേഹത്തിന്റെ പരികൽപ്പനകൾക്ക് ആ സ്വഭാവമുണ്ടെന്ന് ആരോപിച്ചുകൊണ്ടാണ് ബോയിൽ ബദൽപരികൽപ്പനയ്ക്കായുള്ള ശ്രമം തുടങ്ങിയത്. ആ പരിശ്രമത്തിനിടയിലാണ് താൻ വാതകനിയമം (k = pv or p1v1 = p2v2) കണ്ടെത്തിയതെന്ന് അദ്ദേഹം പറഞ്ഞിട്ടുണ്ട്.

ബോയിൽ-ലിനസ് സംവാദത്തെ നാമിവിടെ പരിശോധിച്ചപ്പോൾ അന്ന് ലഭ്യമായിരുന്ന വിവരങ്ങളുടെ വെളിച്ചത്തിൽ ഇരുകൂട്ടരുടെയും സിദ്ധാന്തങ്ങൾക്ക് ഏകദേശം ഒരേ വിശദീകരണ ശേഷിയുണ്ടായിരുന്നുവെന്ന് വ്യക്തമായിരിക്കുന്നു. ലിനസ് മുന്നോട്ടുവച്ച ചുരുളൻനാരുകളുടെ (funiculi) സിദ്ധാന്തം അതിന്റേതായ വാതകനിയമത്തിൽ കലാശിച്ചേനെ (k = hw or h1w1 = h2w2). പക്ഷേ, ബോയിൽ മെക്കാനിസ്റ്റിക് തത്വചിന്തയുടെ വക്താവെന്ന നിലയിൽക്കൂടിയായിരുന്നു ലിനസിനെ നേരിട്ടത് സർവജീവത്വവാദത്തിനെതിരെ ഉയർന്നുവന്ന മെക്കാനിസ്റ്റിക് ഗവേഷണ പദ്ധതിയുടെ ഭാഗമായിരുന്നു അദ്ദേഹം. അന്നത്തെ സാഹചര്യത്തിൽ ഇരുകൂട്ടർക്കും തങ്ങളുടെ നിഗമനങ്ങളാണ് ശരിയെന്ന് കരുതാൻ ന്യായവുമുണ്ടായിരുന്നു. സിദ്ധാന്തത്തെ അസാധു

നല്ല ശാസ്ത്രം വിവിധങ്ങളായ രാഷ്ട്രീയ-ധാർമിക മൂല്യങ്ങളോട് നിസ്സംഗമായിരിക്കുമെന്ന് ഇരുപതാം നൂറ്റാണ്ടിലെ ശാസ്ത്രജ്ഞരും ശാസ്ത്രചിന്തകരും പറയുന്നു. ശാസ്ത്രീയ രീതിശാസ്ത്രത്തിന്റെ ഭാഗമായി Peer review പോലുള്ള പ്രയോഗങ്ങളുള്ളപ്പോൾ ഗവേഷണത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനരൂപീകരണ മൂല്യമായി മാത്രം രാഷ്ട്രീയ-ധാർമികമൂല്യങ്ങൾ ഉണ്ടാകും. എന്നാൽ, രാഷ്ട്രീയ നിസ്സംഗത പാലിക്കുന്ന ഗവേഷണം നിഷ്പക്ഷമാണെന്ന പ്രതീതി ഉളവാക്കുമെങ്കിലും വ്യവസ്ഥാപിതമൂല്യങ്ങളെ അരക്കിട്ടുറപ്പിക്കുമെന്ന വിമർശനമുണ്ട്. സാന്ദർഭികമൂല്യങ്ങളാൽ നിർണയിക്കപ്പെട്ട ശാസ്ത്രം എപ്പോഴും മോശമായിരിക്കുമെന്ന ധാരണ തെറ്റാണെന്നതിനു തെളിവാണ് ബോയിൽ മുന്നോട്ടുവച്ച വാതകനിയമത്തിന്റെ ചരിത്രം. സാന്ദർഭികമായ മൂല്യങ്ങൾ - പിതൃമേധാവിത്വമൂല്യങ്ങൾ - മെച്ചപ്പെട്ട ശാസ്ത്രഗവേഷണത്തിന്റെ ഏറ്റവും ആഴത്തിലുള്ള അടരാവാം. അങ്ങനെയെങ്കിൽ, അനുഭവപരമായ പര്യാപ്തത ഉറപ്പായ ശാസ്ത്രഗവേഷണത്തിൽ പിതൃമേധാവിത്വമടക്കമുള്ള സാന്ദർഭികമൂല്യങ്ങളുടെ സ്വാധീനമുണ്ടാകാം

വാക്കാൻ പരീക്ഷണവിവരങ്ങൾക്ക് കഴിയില്ലെന്നും ലിനസിന്റെ പരികൽപ്പന തന്റെ പരീക്ഷണഫലങ്ങളെ വിശദീകരിക്കാൻ പര്യാപ്തമാണെന്നും ബോയിൽ ബോധവാനായിരുന്നു. എങ്കിലും, ലിനസിൽ അദ്ദേഹം ആരോപിച്ച സർവജീവത്വവാദത്തെ എതിർക്കേണ്ടതും തന്റെ ഗവേഷണ ധർമമാണെന്ന് അദ്ദേഹം എണ്ണി. അതായത്, തന്റെ പരികൽപ്പനയുടെ അനുഭവവാദപരമായ പര്യാപ്തത മാത്രമായിരുന്നില്ല ബോയിലിന്റെ മനസ്സിലെ മാനദണ്ഡം. ആ പരികൽപ്പനയുടെ മതപരവും രാഷ്ട്രീയവുമായ അർഥസൂചനകൾ-ലിംഗസ്വഭാവത്തെ സംബന്ധിച്ച സാമൂഹികധാരണകളടക്കമുള്ളവ വളരെ പ്രധാനമായിരുന്നു അദ്ദേഹത്തിന്.

ബോയ്ൽ തന്റെ പരീക്ഷണപ്രവർത്തനത്തെക്കുറിച്ച് എഴുതിയ കാര്യങ്ങൾ മാത്രം വായിച്ചാൽ മെക്കാനിസ്റ്റിക് തത്വചിന്തയോടുള്ള അദ്ദേഹത്തിന്റെ പ്രതിബദ്ധതയുടെ ഒരു വശം മാത്രമേ നമ്മുടെ കണ്ണിൽ പെടൂ. അനുഭവപരമായ പരീക്ഷണങ്ങളിലും നിരീക്ഷണത്തിലും മെക്കാനിസ്റ്റിക് തത്വചിന്ത നേടിയ നേട്ടങ്ങൾ മാത്രമല്ല, അദ്ദേഹത്തെ അതിലേക്ക് ആകർഷിച്ചത് (നേട്ടങ്ങൾ പോലെ പരാജയങ്ങളും ഈ സമയത്ത് അതേറ്റുവാങ്ങിയിരുന്നു). സർവജീവത്വവാദത്തോടും അതോടു ചേർന്നുനിന്ന പുതിയ വരേണ്യവിരുദ്ധ രാഷ്ട്രീയവീക്ഷണങ്ങളോടുള്ള വെറുപ്പും സംശയങ്ങളും കൂടിയാണ് 1650-കളുടെ മധ്യവർഷങ്ങളിൽ അദ്ദേഹത്തെ മെക്കാനിസ്റ്റിക് തത്വചിന്തയുടെ വക്താവാക്കിയത് എന്നു നാം കണ്ടു കഴിഞ്ഞു.

ബോയിൽ നടത്തിയ ശാസ്ത്രീയ ഗവേഷണത്തിന്റെ മാതൃക മികച്ചതായതുകൊണ്ടുതന്നെ വ്യക്തിനിഷ്ഠ നിലപാടുകളോ രാഷ്ട്രീയ-മതധാരണകളോ ബാധിച്ചിരിക്കാനിടയില്ല എന്ന സാമാന്യബോധത്തെ പുനഃപരിശോധിക്കണമെന്നാണ് ഈ പുസ്തകം ആവശ്യപ്പെടുന്നത്. ശാസ്ത്രചിന്തകയായ മേരി ഹെസ്സേ (Mary Hesse) മുന്നോട്ടുവയ്ക്കുന്ന സിദ്ധാന്തങ്ങളുടെ ശൃംഖലാമാതൃകയെ (network model) ആണ് നാമിവിടെ ആശ്രയിച്ചിട്ടുള്ളത്. പരികൽപ്പനാവലികളിൽ സത്യമൂല്യത്തിന്റെ വിതരണത്തെ നിർണയിക്കുന്ന ഏകഘടകം അനുഭവപരമായ പര്യാപ്തതയാകണമെന്നില്ലെന്ന് അവർ ഓർമിപ്പിക്കുന്നു. അതിനൊപ്പം തന്നെ അടിസ്ഥാനരൂപവൽക്കരണമൂല്യങ്ങളും (constitutive model) സാന്ദർഭികമൂല്യങ്ങളും (contextual model) പ്രധാനമാകുന്നതെങ്ങനെ എന്ന് മേരി ഹെസ്സേയുടെ ശൃംഖലാസിദ്ധാന്തമാതൃക കാണിച്ചുതരുന്നു. പരികൽപ്പനകളുടേതായ ഒരു പ്രത്യേകശൃംഖല സിദ്ധാന്തങ്ങളുടെ ശൃംഖല അനുഭവപരമായ പര്യാപ്തതമാകുമ്പോൾത്തന്നെ, കൂടുതൽ വ്യാപകമായ സാമാന്യവൽക്കരണങ്ങൾക്ക് ഉതകുമ്പോൾ തന്നെ, അവ നിർമിക്കപ്പെട്ട കാലത്തിന്റേതായ സാന്ദർഭികമൂല്യങ്ങളാൽ നിർണയിക്കപ്പെടുന്നുവെന്ന് മേരി ഹെസ്സേ പറയുന്നു. ബോയിൽ നടത്തിയ ജ്ഞാനാന്വേഷണത്തെപ്പറ്റി ഈ പുസ്തകം കണ്ടെത്തുന്നതും ഇതു തന്നെ. മെക്കാനിസ്റ്റിക് തത്വചിന്തയോട് ബോയിൽ പുലർത്തിയ കൂറ് അനുഭവപരമായ പരിഗണനകളുടെ മാത്രമല്ല, പ്രത്യയശാസ്ത്രപരവുമായ പരിഗണനകളുടെയും ഫലമായിരുന്നു.

നല്ല ശാസ്ത്രം വിവിധങ്ങളായ രാഷ്ട്രീയ-ധാർമികമൂല്യങ്ങളോട് നിസ്സംഗമായിരിക്കുമെന്ന് ഇരുപതാം നൂറ്റാണ്ടിലെ ശാസ്ത്രജ്ഞരും ശാസ്ത്രചിന്തകരും പറയുന്നു. ശാസ്ത്രീയ രീതിശാസ്ത്രത്തിന്റെ ഭാഗമായി Peer review പോലുള്ള പ്രയോഗങ്ങളുള്ളപ്പോൾ ഗവേഷണത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനരൂപീകരണ മൂല്യമായി മാത്രം രാഷ്ട്രീയ-ധാർമികമൂല്യങ്ങൾ ഉണ്ടാകും. എന്നാൽ, രാഷ്ട്രീയ നിസ്സംഗത പാലിക്കുന്ന ഗവേഷണം നിഷ്പക്ഷമാണെന്ന പ്രതീതി ഉളവാക്കുമെങ്കിലും വ്യവസ്ഥാപിതമൂല്യങ്ങളെ അരക്കിട്ടുറപ്പിക്കുമെന്ന വിമർശനമുണ്ട്. സാന്ദർഭികമൂല്യങ്ങളാൽ നിർണയിക്കപ്പെട്ട ശാസ്ത്രം എപ്പോഴും മോശമായിരിക്കുമെന്ന ധാരണ തെറ്റാണെന്നതിനു തെളിവാണ് ബോയിൽ മുന്നോട്ടുവച്ച വാതകനിയമത്തിന്റെ ചരിത്രം. സാന്ദർഭികമായ മൂല്യങ്ങൾ - പിതൃമേധാവിത്വമൂല്യങ്ങൾ - മെച്ചപ്പെട്ട ശാസ്ത്രഗവേഷണത്തിന്റെ ഏറ്റവും ആഴത്തിലുള്ള അടരാവാം. അങ്ങനെയെങ്കിൽ, അനുഭവപരമായ പര്യാപ്തത ഉറപ്പായ ശാസ്ത്രഗവേഷണത്തിൽ പിതൃമേധാവിത്വമടക്കമുള്ള സാന്ദർഭികമൂല്യങ്ങളുടെ സ്വാധീനമുണ്ടാകാം.■

ഇമെയിൽ: devika@cds.edu
ഫോൺ: 9847943517

ജ്ഞാനസമ്പദ്‌വ്യവസ്ഥയ്ക്കുവേണ്ടിയുള്ള

ജ്ഞാനസമൂഹം താണ്ടാനുള്ള ദൂരം ഏറെ

അഡ്വ. കെ.പി. രവിപ്രകാശ്

- സാമ്പത്തികവികസനത്തിന് പരിമിതികളുണ്ടാക്കുന്ന കേരളത്തിന്റെ പാരിസ്ഥിതിക, സാമൂഹിക പ്രത്യേകതകൾ കണക്കിലെടുക്കുമ്പോൾ ആധുനിക മാർഗങ്ങൾ അവലംബിച്ചുകൊണ്ടുള്ള ഉത്പാദന വ്യവസ്ഥകൾ അടിയന്തിര പരിഗണന അർഹിക്കുന്നു.
- വിവര സാങ്കേതിക വിദ്യയുടെ വളർച്ചമൂലമുണ്ടായ ജ്ഞാന സമ്പദ് വ്യവസ്ഥ എന്ന ആശയത്തിൽ അറിവും അറിവിന്റ ഉത്പാദനവും ഒരു വിനിമയവസ്തുവായി ലാഭമുണ്ടാക്കയം ഉപയോഗപ്പെടുന്നു.

കേരള സമ്പദ്‌വ്യവസ്ഥയെ ഒരു ജ്ഞാനസമ്പദ്‌വ്യവസ്ഥയിൽ അടിസ്ഥാനമാക്കിയ സമ്പദ്‌വ്യവസ്ഥയായി ഉയർത്തുക, അതിനായി ജ്ഞാനസമൂഹത്തെ രൂപപ്പെടുത്തുക എന്നതാണ് എൽഡിഎഫ് ഗവണ്മെന്റിന്റെ ലക്ഷ്യമെന്ന് മുഖ്യമന്ത്രിയടക്കമുള്ളവർ ഇതിനകം പലതവണ പറഞ്ഞുകഴിഞ്ഞു. ഇതിനായുള്ള പ്രചാരണ പ്രവർത്തനങ്ങൾ ഗവണ്മെന്റിന്റെ ഭാഗത്തുനിന്നു മാത്രമല്ല, ഭരിക്കുന്ന രാഷ്ട്രീയകക്ഷികളുടെ ഭാഗത്തുനിന്നും ആരംഭിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഇന്ത്യയിലെ ഏറ്റവും കൂടുതൽ വിദ്യാസമ്പന്നർ ഉള്ള പ്രദേശമെന്ന നിലക്കും വിദ്യാസമ്പന്നരുടെ ഇടയിലെ തൊഴിലില്ലായ്മ രൂക്ഷമായി നിലനിൽക്കുന്ന സാഹചര്യത്തിലും ഉന്നതവിദ്യാഭ്യാസരംഗത്ത് സർക്കാർ, സ്വകാര്യ, സ്വാശ്രയ രംഗത്ത് ധാരാളം സ്ഥാപനങ്ങളും യൂണിവേഴ്സിറ്റികളും പ്രവർത്തിക്കുന്ന പ്രദേശമെന്ന നിലയ്ക്കും കേരളത്തിൽ ജ്ഞാനസമൂഹ നിർമിതിക്കുവേണ്ടിയുള്ള പ്രവർത്തന പദ്ധതികളെ സ്വാഗതംചെയ്യുകതന്നെ വേണം. കേരളത്തിന്റെ പാരിസ്ഥിതിക, സാമൂഹിക പ്രത്യേകതകൾകൊണ്ട് പാരമ്പര്യ ഉത്പാദനരീതികൾ അവലംബിച്ചുകൊണ്ടുള്ള സാമ്പത്തികവികസനത്തിന് പരിമിതികൾ ഏറെയുണ്ട്. അതുകൊണ്ടുതന്നെ, ആധുനിക മാർഗങ്ങൾ അവലംബിച്ചുകൊണ്ടുള്ള ഉത്പാദന വ്യവസ്ഥകൾ രൂപപ്പെടുത്തുക എന്നത് അടിയന്തിര പരിഗണന അർഹിക്കുന്ന ഒന്നാണ്. അവിദഗ്ധ തൊഴിൽമേഖലയിലേക്ക് തൊഴിലാളികളെ ഇറക്കുമതിചെയ്ത് വിദഗ്ധ തൊഴിലാളികളെ കയറ്റുമതിചെയ്യുന്ന സംസ്ഥാനമാണ് നമ്മുടേത്. ഇറക്കുമതി മറ്റു സംസ്ഥാനങ്ങളിൽനിന്നും കയറ്റുമതി വിദേശരാജ്യങ്ങളിലേക്കുമാണെന്നുമാത്രം. ജ്ഞാനസമൂഹത്തിനായുള്ള പശ്ചാത്തലസൗകര്യങ്ങൾ ഒരുങ്ങിക്കഴിഞ്ഞാൽ ഒരു പരിധിവരെ വിദേശകയറ്റുമതി കുറച്ചുകൊണ്ടുവരാനായേക്കാം. എന്തായാലും, പറയുന്നത്ര എ

ളുപ്പമാകാനിടയില്ല കേരളത്തിന്റെ ജ്ഞാനസമൂഹ നിർമിതി. കാരണം നമ്മുടെ മുൻപിലുള്ള വെല്ലുവിളികൾ ഏറെയാണ്. ഈ വെല്ലുവിളികളെ മറികടക്കാനായാൽ തീർച്ചയായും ഒരു കേരളമോഡൽ സൃഷ്ടിക്കപ്പെടും.

എന്താണ് ജ്ഞാനസമൂഹം, ജ്ഞാനസമ്പദ്‌വ്യവസ്ഥ

ജ്ഞാനസമൂഹം എന്ന് കേൾക്കുമ്പോൾ യൂറോപ്പിലും കേരളത്തിലും മറ്റും ഉണ്ടായ ജ്ഞാനോദയം, നവോഥാനം ഒക്കെയാകും മനസ്സിൽ വരുക. എന്നാൽ, അത്തരത്തിലുള്ള ഒരു സാമൂഹിക ജ്ഞാനസമൂഹനിർമിതിയല്ല ഇവിടെ ഉദ്ദേശിക്കുന്നത്. മറിച്ച്, ജ്ഞാനസമ്പദ്‌വ്യവസ്ഥ രൂപപ്പെടുത്തുന്നതിനുള്ള ജ്ഞാനസമൂഹ നിർമിതിയാണ്. ആഗോളവൽക്കരണത്തെ തുടർന്നുണ്ടായ വിവരസാങ്കേതികവിദ്യയിലുണ്ടായ വളർച്ചയാണ് ജ്ഞാനസമൂഹ നിർമിതിയുടെ ഹേതു എന്നു വേണമെങ്കിൽ പറയാം.

നമ്മൾ ജ്ഞാനസമൂഹം, ജ്ഞാനസമ്പദ്‌വ്യവസ്ഥ എന്നൊക്കെ ഇപ്പോൾ പറയാൻ ആരംഭിച്ചിട്ടേയുള്ളൂവെങ്കിലും 2000-ത്തോടെ വികസിത മുതലാളിത്തരാജ്യങ്ങൾ ഈ വാക്കുകൾ വ്യാപകമായി ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്നുണ്ട്. ഉത്പാദന ഉപാധികളിൽ (Factors of Production) ഒരു പ്രധാന ഉത്പാദന ഉപാധിയായി അറിവിനെ (knowledge) കണക്കാക്കാൻ ആരംഭിച്ചതോടെയാണ് ജ്ഞാനസമൂഹം എന്ന ആശയം (concept) ആരംഭിക്കുന്നത്. മുതലാളിത്തത്തിന് എന്തും വിൽപ്പനച്ചരക്കാണ്. അറിവ് ഒരു പ്രധാനപ്പെട്ട ചരക്കാണെന്ന കണ്ടെത്തലാണ് വിവരവിനിമയ സാങ്കേതികവിദ്യയുടെ വികാസത്തോടെ സംജാതമായത്. അറിവിന്റെ ഉത്പാദനം, ഉത്പാദിപ്പിക്കപ്പെട്ട അറിവിന്റെ പേറ്റന്റിങ്. ഇത്തരം അറിവ് ഉപയോഗിച്ചുകൊണ്ടുള്ള സമ്പത്ത് ഉത്പാദനം അതിന്റെ കുത്തകവൽകരണം ഇതെല്ലാമാണ് ജ്ഞാനസമ്പദ്‌വ്യവസ്ഥയുടെ ഘടകങ്ങൾ. ഒരു ഉദാഹരണം പറഞ്ഞാൽ മലയാളികൾക്ക് പെട്ടെന്ന് ബോധ്യമാകും. 2015-ലാണ് ബൈജു രവീന്ദ്രൻ എന്ന കണ്ണൂരുകാരനായ ചെറുപ്പക്കാരൻ ബൈജൂസ് ആപ്പിന് തുടക്കമിടുന്നത്. 6 വർഷത്തിനുള്ളിൽ ലോകസമ്പന്നരുടെ പട്ടികയിലെത്തുകയും 2022-ലെ ലോകകപ്പ് സ്പോൺസർ ആയി ഉയരുന്ന സാഹചര്യത്തിലേക്ക് അദ്ദേഹത്തിന്റെ സാമ്പത്തിക നിലവാരം ഉയരുകയും ചെയ്തു. അദ്ദേഹത്തിന്റെ വിൽപ്പനച്ചരക്ക് കുട്ടികളെ പഠിപ്പിക്കുന്ന ഒരു ആപ്പ് ആണ്. ഇവിടെ അറിവ് (knowledge) എന്ന ഉത്പാദന ഉപാധിയാണ് പാരമ്പര്യ ഉത്പാദന ഉപാധികളിലെ അസംസ്കൃത വസ്തുവിന്റെ സ്ഥാനത്ത് വർത്തിക്കുന്നത്. ജ്ഞാനസമ്പദ്‌വ്യവസ്ഥയിൽ അറിവിനാണ് മേൽക്കൈ. അറിവിന്റെ സ്വകാര്യവൽകരണത്തിനും മൂലധനവൽകരണത്തിനുമാണ് പ്രാമുഖ്യം നൽകുന്നത്.

ജ്ഞാനസമൂഹം, ജ്ഞാനസമ്പദ്‌വ്യവസ്ഥ എന്നൊക്കെ ഇപ്പോൾ പറയാൻ ആരംഭിച്ചിട്ടേയുള്ളൂവെങ്കിലും 2000-ത്തോടെ വികസിത മുതലാളിത്തരാജ്യങ്ങൾ ഈ വാക്കുകൾ വ്യാപകമായി ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്നുണ്ട്. ഉത്പാദന ഉപാധികളിൽ ഒരു പ്രധാന ഉത്പാദന ഉപാധിയായി അറിവിനെ കണക്കാക്കാൻ ആരംഭിച്ചതോടെയാണ് ജ്ഞാനസമൂഹം എന്ന ആശയം ആരംഭിക്കുന്നത്. മുതലാളിത്തത്തിന് എന്തും വിൽപ്പനച്ചരക്കാണ്. അറിവ് ഒരു പ്രധാനപ്പെട്ട ചരക്കാണെന്ന കണ്ടെത്തലാണ് വിവരവിനിമയ സാങ്കേതികവിദ്യയുടെ വികാസത്തോടെ സംജാതമായത്. അറിവിന്റെ ഉത്പാദനം, ഉത്പാദിപ്പിക്കപ്പെട്ട അറിവിന്റെ പേറ്റന്റിങ്. ഇത്തരം അറിവ് ഉപയോഗിച്ചുകൊണ്ടുള്ള സമ്പത്ത് ഉത്പാദനം അതിന്റെ കുത്തകവൽകരണം ഇതെല്ലാമാണ് ജ്ഞാനസമ്പദ്‌വ്യവസ്ഥയുടെ ഘടകങ്ങൾ

ജ്ഞാനസമ്പദ്‌വ്യവസ്ഥയുടെ ചരിത്രം

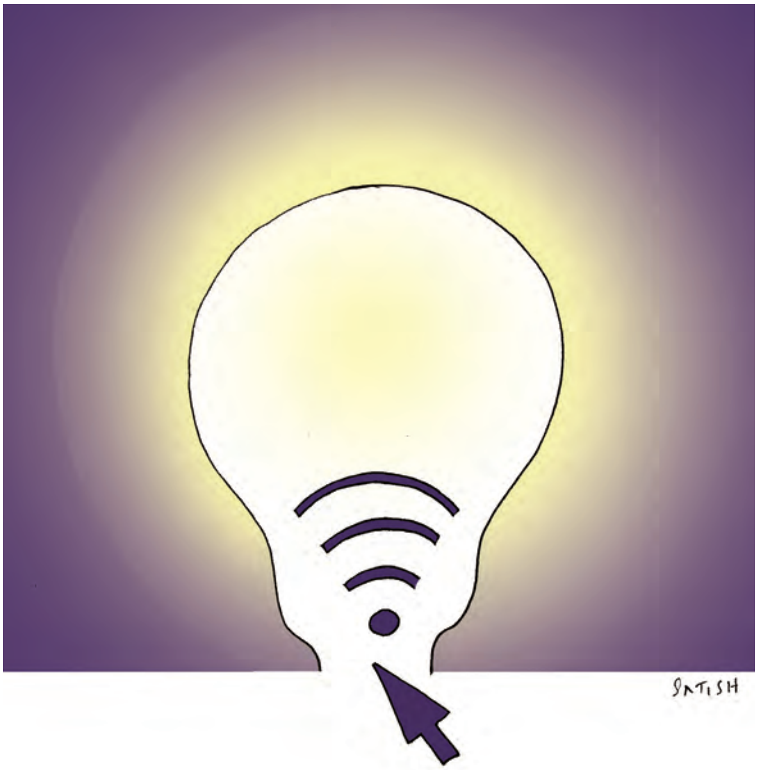
ജ്ഞാനമാനേജ്മെന്റ് വിദഗ്ധനായ പീറ്റർ ഡ്രക്കർ ആണ് (Peter Drucker) നൂതന വ്യവസായവികസനത്തിൽ ജ്ഞാനത്തിനുള്ള പ്രാമുഖ്യം വിശകലനം ചെയ്തത്. ബിസിനസ് രംഗം തുടർച്ചയായി വികസിക്കണമെങ്കിൽ വിജ്ഞാനം നിരന്തരം പുരോഗമിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കണം, വെല്ലുവിളികളെ നേരിട്ടുകൊണ്ടിരിക്കണം, നവീകരിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കണം. അല്ലെങ്കിൽ അത് അപ്രത്യക്ഷമാകും (Knowledge has to be improved, challenged, and increased constantly or it vanished). 1960-കളിൽത്തന്നെ മുന്നോട്ടുവച്ച ആശയമാണിതെങ്കിലും വിവരവിനിമയ സാങ്കേതികവിദ്യകളുടെ വ്യാപനമാണ് ഈ ആശയത്തിന് വ്യാപകമായ അംഗീകാരം ലഭിക്കാൻ കാരണമായത്.

1996-ൽ ഓർഗനൈസേഷൻ ഓഫ് ഇക്കണോമിക് കോ ഓപ്പറേഷൻ ആന്റ് ഡവലപ്മെന്റ് (OECD, 1996) എന്ന സംഘടന ജ്ഞാനസമ്പദ്‌വ്യവസ്ഥയെ നിർവചിക്കാൻ ശ്രമിച്ചത് ഇപ്രകാരമാണ്. സാമ്പത്തികശാസ്ത്രം അടിസ്ഥാനപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നത് ഉത്പാദനത്തിലും വിതരണത്തിലും ജ്ഞാനത്തിന്റെയും അറിവിന്റെയും ഉപയോഗത്തിലുമാണ്. ജ്ഞാനസമ്പദ്‌വ്യവസ്ഥയിൽ ജനങ്ങളുടെ അറിവും അതിന്റെ ഉപയോഗവും കൈമാറ്റവും വളരെ പ്രധാനപ്പെട്ടതാണ്.

അറിവ് സ്വായത്തമാക്കലും പുതുക്കലും അതിന്റെ വ്യത്യസ്ത മേഖലകളിലെ ഉപയോഗത്തിലൂടെ പ്രാദേശികവും ദേശീയവും അന്തർദേശീയവുമായ സാമ്പത്തികവികസനം സാധ്യമാക്കുക എന്നതാണ് ജ്ഞാനസമ്പദ്‌വ്യവസ്ഥയുടെ അടിസ്ഥാനം.

ആഗോളവൽക്കരണവും വിവരസാങ്കേതിക വിപ്ലവവും പാരമ്പര്യ സമ്പദ്‌വ്യവസ്ഥയെ ജ്ഞാനസമ്പദ്‌വ്യവസ്ഥയിലേക്ക് പരിവർത്തനം ചെയ്തിരിക്കുന്നു.

2003-ൽ യുനെസ്കോ (UNESCO) ജ്ഞാനസമ്പദ്‌വ്യവസ്ഥയ്ക്ക് സമഗ്രമായ ഒരു നിർവചനം കൊണ്ടുവന്നു. നൂതനസമൂഹം ജീവിതം മുഴുവൻ പഠിക്കുക എന്ന ആശയത്തിൽ അടിസ്ഥാനപ്പെടുത്തുന്നതായിരിക്കും. ഈ



സമൂഹം ശാസ്ത്രജ്ഞരേയും ഗവേഷകരേയും സാങ്കേതിക വിദഗ്ധരേയും ഗവേഷണകൂട്ടായ്മകളേയും അതുപോലെ, ഉയർന്ന സാങ്കേതികവിദ്യകളുപയോഗിച്ച് ചരക്കുകളും സേവനങ്ങളും ഉത്പാദിപ്പിക്കുന്ന സ്ഥാപനങ്ങളേയും ദേശീയ നൂതന ഉത്പാദന സംവിധാനത്തേയും അന്തർദേശീയ ഉത്പാദന നെറ്റ്‌വർക്കുമായി ബന്ധിപ്പിച്ച് ഉത്പാദനവും വിതരണവും ഉപയോഗവും അറിവിന്റെ സംരക്ഷണവും സാധ്യമാക്കുന്നു.

ഉയർന്ന സാങ്കേതികവിദ്യ, വിദഗ്ധ തൊഴിലാളികൾ, നിരന്തരം പുതുക്കപ്പെടുന്ന അറിവിനെ അടിസ്ഥാനമാക്കിയ ഉത്പാദനവ്യവസ്ഥ, ഇവയെ ശക്തിപ്പെടുത്തി സാമ്പത്തിക അഭിവൃദ്ധി സാധ്യമാക്കുക എന്നതാണ് ജ്ഞാനസമ്പദ്‌വ്യവസ്ഥ എന്നതുകൊണ്ട് ഉദ്ദേശിക്കുന്നത്.

ജ്ഞാനസമ്പദ്‌വ്യവസ്ഥയുടെ സ്വഭാവം, ഘടന

ജ്ഞാനസമ്പദ്‌വ്യവസ്ഥയ്ക്കായുള്ള ജ്ഞാനസമൂഹസൃഷ്ടിയും അതിനായുള്ള പശ്ചാത്തലസൗകര്യം ഒരുക്കലുമാണ് ജ്ഞാനസമ്പദ്‌വ്യവസ്ഥയിലേക്കുള്ള ആദ്യപടി. ജ്ഞാനഉത്പാദനത്തിന് വേണ്ടിയുള്ള നിക്ഷേപത്തിൽ നിരന്തര വർധനവ് ഉണ്ടാക്കിക്കൊണ്ടേയിരിക്കണം. വിദ്യാഭ്യാസത്തിലും ഗവേഷണത്തിലും വലിയ മുതൽമുടക്കുകൾ ആവശ്യമായി വരും.

> 'അറിവാണ് ശക്തി' എന്നതായിരിക്കും മുദ്രാവാക്യം. ചരക്കുകളുടേയും സേവനങ്ങളുടേയും ഉത്പാദനം പുത്തൻ സാങ്കേതികവിദ്യകളുടെ സഹായത്താൽ പരമാവധിയിലേക്ക് എത്തിക്കുക എന്നതായിരിക്കും ലക്ഷ്യം. പേറ്റന്റിങ്, കുത്തകവൽകരണം എന്നിവ പൊതുസ്വഭാവമായിരിക്കും. അറിവിന്റെ സാമൂഹികവൽകരണത്തിന് ജ്ഞാനസമ്പദ്‌വ്യവസ്ഥയ്ക്കുള്ള സ്ഥാനം വളരെ കുറവായിരിക്കും എന്നുവേണം കരുതാൻ. സാങ്കേതികവിദ്യകളേയും ആഗോളവൽകരണ സാഹചര്യത്തേയും ഉപയോഗപ്പെടുത്തിക്കൊണ്ട് ദേശീയ-അന്തർദേശീയ തലങ്ങളിലേക്ക് ബിസിനസ് വ്യാപിപ്പിക്കാനുള്ള സാഹചര്യവും ഇതുവഴി സാധ്യമാകും.

വ്യവസ്ഥാപിത രീതിയിലുള്ള ഉത്പാദന വിതരണസമ്പ്രദായങ്ങൾ പാടേ മാറ്റി വിവരസാങ്കേതികവിദ്യകളിൽ അടിസ്ഥാനമാക്കിയുള്ള ഉത്പാദനത്തിലേക്കും വിതരണത്തിലേക്കുമുള്ള പാരഡൈം ഷിഫ്റ്റാണ്, ജ്ഞാനസമ്പദ്‌വ്യവസ്ഥയിൽ ഉദ്ദേശിക്കുന്നത്. അറിവിനും വിദഗ്ധ തൊഴിലാളികൾക്കുമാണ് സമ്പദ്‌വ്യവസ്ഥയിൽ പ്രാമാണികസ്ഥാനം.

ഓരോരുത്തരുടെയും ക്രിയേറ്റിവിറ്റിയെ, സാമർഥ്യത്തെ പരമാവധി ഉപയോഗപ്പെടുത്തുക, അതിനുള്ള സാഹചര്യം ഒരുക്കുക എന്നതായിരിക്കും സർക്കാരിന്റെ ഉത്തരവാദിത്വം.

'അറിവാണ് ശക്തി' എന്നതായിരിക്കും മുദ്രാവാക്യം. ചരക്കുകളുടേയും സേവനങ്ങളുടേയും ഉത്പാദനം പുത്തൻ സാങ്കേതികവിദ്യകളുടെ സഹായത്താൽ പരമാവധിയിലേക്ക് എത്തിക്കുക എന്നതായിരിക്കും ലക്ഷ്യം. പേറ്റന്റിങ്, കുത്തകവൽകരണം എന്നിവ പൊതുസ്വഭാവമായിരിക്കും. അറിവിന്റെ സാമൂഹികവൽകരണത്തിന് ജ്ഞാനസമ്പദ്‌വ്യവസ്ഥയ്ക്കുള്ള സ്ഥാനം വളരെ കുറവായിരിക്കും എന്നുവേണം കരുതാൻ. സാങ്കേതികവിദ്യകളേയും ആഗോളവൽകരണ സാഹചര്യത്തേയും ഉപയോഗപ്പെടുത്തിക്കൊണ്ട് ദേശീയ-അന്തർദേശീയ തലങ്ങളിലേക്ക് ബിസിനസ് വ്യാപിപ്പിക്കാനുള്ള സാഹചര്യവും ഇതുവഴി സാധ്യമാകും.

ഇപ്പോൾ ലോകത്തെ മൊത്തം ഉത്പാദനത്തിന്റെ (GDP) 50% വും വൈജ്ഞാനിക സമ്പദ്‌വ്യവസ്ഥയിൽ ആണ്. ബുദ്ധിക്കും പ്രൊഫഷണലിസത്തിനുമാണ് കേന്ദ്രസ്ഥാനം. പുതിയ ശതകോടീശ്വരന്മാർ ഉയർന്നുവരുന്നത് വൈജ്ഞാനിക സമ്പദ്‌വ്യവസ്ഥയുടെ ഭാഗമായാണ്. കെന്റകി ഫ്രൈഡ് ചിക്കൻ (KFC) ജ്ഞാന സമ്പദ്‌വ്യവസ്ഥയുടെ ഭാഗമാണ്. പാരമ്പര്യ ചിക്കൻഫ്രൈയെ നിരാകരിച്ച് പുതിയ ഒരു സ്വാദ് സൃഷ്ടിച്ച് അതിനെ പേറ്റന്റ്‌വൽക്കരിച്ച് സമ്പദ്‌വ്യവസ്ഥയിലെ ചിക്കൻഫ്രൈ വിൽപ്പനയിൽ അധീശത്വം പുലർത്തിയിരിക്കുന്നു. KFC-യെ നേരിടാൻ ധാരാളം കമ്പനികൾ ഇപ്പോൾ നിലവിലുണ്ട്, KFC യെക്കാൾ സ്വാദുള്ള ചിക്കൻഫ്രൈ വന്നാൽ KFC കച്ചവടത്തിൽനിന്ന് പുറത്താകും. അതുകൊണ്ട്, പുറത്താക്കൽ വെല്ലുവിളിയെ നേരിടാൻ KFC അതീവശ്രദ്ധയും പഠനവും നടത്തിക്കൊണ്ടേയിരിക്കും. നിരന്തരം പുതുക്കിക്കൊണ്ടുള്ള ജ്ഞാനസമ്പദ്‌വ്യവസ്ഥക്കേ നിലനിൽക്കാനാവൂ.

ജ്ഞാനസമ്പദ്‌വ്യവസ്ഥയെ നിർണയിക്കുന്നതിന് വേൾഡ് ബാങ്ക് ഒ

രു അസ്സസ്മെന്റ് ടെക്നോളജിതന്നെ ഉണ്ടാക്കിയിട്ടുണ്ട്. 109 ഘടകങ്ങൾ പരിശോധിച്ച് രാജ്യം എത്രമാത്രം ജ്ഞാനസമ്പദ്വ്യവസ്ഥയിൽ അടിസ്ഥാനപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നു എന്ന് നിർണയിച്ച് ജ്ഞാനസമ്പദ്വ്യവസ്ഥയുടെ ഇൻഡക്സ് തന്നെ പുറത്തുവിട്ടിട്ടുണ്ട്. 2012-നുശേഷം വേൾഡ് ബാങ്ക് അത് പുതുക്കിയിട്ടില്ലെങ്കിലും ഇപ്പോൾ ധാരാളം അന്തർദേശീയ ഏജൻസികൾ ഓരോ വർഷവും ജ്ഞാനസമ്പദ്വ്യവസ്ഥ ഇൻഡക്സ് പുറത്തുവിടുന്നുണ്ട്.

ജ്ഞാനസമ്പദ്വ്യവസ്ഥയിൽ ഏറ്റവും തലപ്പത്ത് നിൽക്കുന്നത് ഡെന്മാർക്ക് ആണ്. 100% ജ്ഞാനസമ്പദ്വ്യവസ്ഥ എന്നുതന്നെ പറയാം. അവരുടെ മാർക്ക് 9.58 ആണ്. സ്വീഡൻ 9.52 ഉം യു.കെ. 9.09-ഉം യു.എസ്. 9.05-ഉം ഖത്തർ 6.15-ഉം സൗദി 5.5-ഉം ശ്രീലങ്ക 4.16-ഉം ചൈന 4.35-ഉം ഇറാൻ 3.37-ഉം ഇന്ത്യ 3.12-ഉം റാങ്കിൽ നിലനിൽക്കുന്നു. ഇന്ത്യയുടെ സ്ഥാനം ഏറെ പുറകിലാണ്. മിത്തുകളെ ചരിത്രമാക്കി വ്യാഖ്യാനിക്കുകയും ആചാരങ്ങളെ ശാസ്ത്രമാക്കുകയും ചെയ്തുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഈ കാലഘട്ടത്തിൽ ഇന്ത്യയുടെ സ്ഥാനക്കയറ്റത്തിനുള്ള സാധ്യത വളരെ കുറവാണ്.

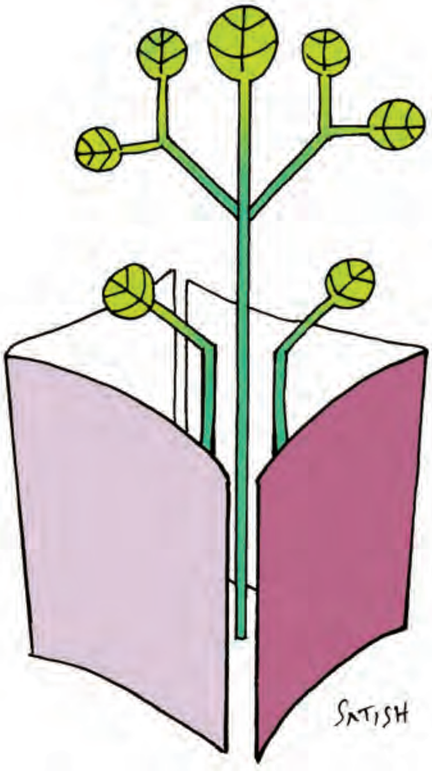
ജ്ഞാനസമ്പദ്വ്യവസ്ഥയും കേരളവും

ജ്ഞാനസമ്പദ്ഘടനയിലൂടെ അടുത്ത 5 വർഷത്തിനുള്ളിൽ 20 ലക്ഷം അഭ്യസ്തവിദ്യരായ യുവാക്കൾക്ക് തൊഴിൽ നൽകുക എന്ന ലക്ഷ്യമാണ് കേരള ഗവൺമെന്റ് മുന്നോട്ടുവയ്ക്കുന്നത്. ഇതിനായി കേരള നോളേജ് ഇക്കണോമി മിഷൻ (KKEM) ആരംഭിച്ചുകഴിഞ്ഞു. സി.പി.എമ്മിന്റെ അടുത്തിടെ നടന്ന സംസ്ഥാന സമ്മേളനത്തിൽ അവതരിപ്പിച്ച നവകേരള സൃഷ്ടിക്കായുള്ള മാർഗരേഖയിൽ പറയുന്നതിപ്രകാരമാണ്:

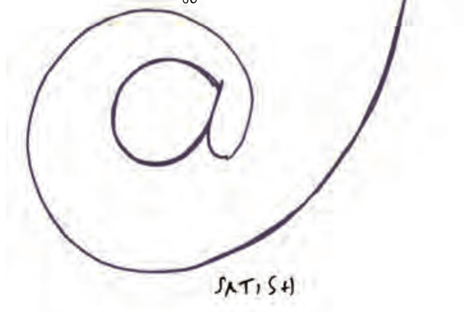
“ആധുനിക വിജ്ഞാനസമൂഹം എന്നതുകൊണ്ടുദ്ദേശിക്കുന്നത്, ശാസ്ത്രസാങ്കേതികരംഗത്തും സാമൂഹിക രംഗത്തും നാം നേടിയ അറിവുകൾ വികസിപ്പിച്ച് ഉത്പാദനശക്തികളെ ശക്തിപ്പെടുത്തി ഉത്പാദനക്ഷമതയും ഉത്പാദനവും വർധിപ്പിക്കുക എന്നതാണ്. ശാസ്ത്രസാങ്കേതികവിദ്യയുടെ വികാസം ഉപയോഗപ്പെടുത്തി ഉത്പാദനശക്തികളുടെ വളർച്ച നേടുകയാണ് വേണ്ടത്. വളരുന്ന അറിവിനെ ഉപയോഗപ്പെടുത്തി ഉത്പാദനശക്തികളെ വികസിപ്പിക്കുന്നതിനുള്ള നടപടികളാണ് ഇതിലൂടെ ഉണ്ടാവുക. ഉത്പാദനശക്തികളുടെ വികാസത്തിന് വിവിധ മേഖലകളിലെ നവീകരണം പ്രധാനമാണ്. പുതിയ യന്ത്രങ്ങളും ആധുനിക സാങ്കേതികവിദ്യകളും ഇതിന് ആവശ്യമായി വരും. അത് പ്രയോഗിക്കാൻ പറ്റുന്ന തൊഴിൽ പ്രാവീണ്യമുള്ള തൊഴിലാളികളെ രൂപപ്പെടുത്തുക എന്നതും പ്രധാനമാണ്. ഉത്പാദന ശക്തികളെ വികസിപ്പിച്ചുകൊണ്ടുമാത്രമേ ഉത്പാദനം വർധിപ്പിക്കാനാകൂ. ഉത്പാദനം വർധിപ്പിച്ചും ഇത് നീതിയുക്തമായി വിതരണം ചെയ്യുന്നുവെന്ന് ഉറപ്പുവരുത്തിയും മാത്രമേ ജനങ്ങളുടെ ജീവിതനിലവാരം ഉയർത്താനാവൂ. 5 വർഷംകൊണ്ട് ശാസ്ത്രീയമായ അറിവുകളും സാങ്കേതികവിദ്യയിലെ നേട്ടങ്ങളും ഉപയോഗപ്പെടുത്തി ഉത്പാദനപ്രവർത്തനങ്ങളിൽ നൂതനത്വം വളർത്തിയെടുക്കുക എന്നത് ഏറെ പ്രധാനമാണ്.”

അടുത്ത 25 വർഷംകൊണ്ട് കേരളത്തിലെ ജീവിതനിലവാരം അന്താരാഷ്ട്രതലത്തിലെ തന്നെ വികസിത മധ്യവരുമാന രാഷ്ട്രങ്ങൾക്ക് സമാനമാക്കി ഉയർത്തുക എന്നതാണ് നമ്മൾ ലക്ഷ്യംവയ്ക്കുന്നത്.

ജ്ഞാനസമ്പദ്വ്യവസ്ഥ ഒരു മുതലാളിത്ത ആശയമാണ്. അറിവിനെ പേറ്റന്റ്വൽകരിച്ചും കുത്തകവൽകരിച്ചും സമ്പദ്വ്യവസ്ഥയുടെ അവിഭാജ്യ ഘടകമാക്കിയും ഉള്ള വികസനമാണ് ജ്ഞാനസമ്പദ്വ്യവസ്ഥ മുന്നോട്ടുവയ്ക്കുന്നത്. ഈ ആശയത്തെ എങ്ങനെ ഒരു കേരള മോഡൽ സൃഷ്ടിക്കുവേണ്ടിയുള്ള ഉപാധിയാക്കാൻ കഴിയുമെന്നതാണ് ഏറെ കുഴയ്ക്കുന്ന ചോദ്യം. ഇപ്പോൾ ലോകത്ത് ഉത്പാദനശക്തികളെ നിയന്ത്രിക്കുന്നത് സ്വകാര്യ താൽപ്പര്യമാണ്. ജ്ഞാനസമ്പ



ദ്ഘവ്യവസ്ഥ ഇൻഡക്സിൽ മുന്നിട്ട് നിൽക്കുന്ന രാജ്യങ്ങളെല്ലാം മുതലാളിത്ത രാജ്യങ്ങളാണ്. മുതലാളിത്ത താൽപ്പര്യങ്ങളാണ് ജ്ഞാനസമ്പദ്‌വ്യവസ്ഥയെ മുന്നോട്ടുനയിക്കുന്നത്. ആഗോളീകരണമാണ് വിജ്ഞാനസമ്പദ്‌വ്യവസ്ഥയുടെ ഒരു ചാലകശക്തി. ആഗോളീകരണകാലത്ത് സമ്പന്ന-ദരിദ്ര വിടവ് കുറയുകയല്ല കൂടുകയാണ് ചെയ്തിട്ടുള്ളത്. പാർശ്വവൽകരിക്കപ്പെടുന്നവർക്ക് ഇതിലൊരു പങ്കാളിത്തവുമില്ല. നിരന്തര നവീകരണം, സാങ്കേതികവിദ്യകളുടെ വികാസം, ആഗോളമത്സരം, ബൗദ്ധിക മൂലധനം, വിദഗ്ധ തൊഴിലാളികൾ, ഉന്നത ഗുണനിലവാരമുള്ള ശാസ്ത്രസാങ്കേതിക സ്ഥാപനങ്ങൾ, യൂണിവേഴ്സിറ്റികൾ, ഗവേഷണസ്ഥാപനങ്ങൾ, ഉയർന്ന നിലവാരമുള്ള അടിസ്ഥാന വിദ്യാഭ്യാസസ്ഥാപനങ്ങൾ എന്നിവയുടെയെല്ലാം ഏകോപനം എന്നിവയിലൂടെ മാത്രമേ ജ്ഞാനസമൂഹത്തേയും ജ്ഞാനസമ്പദ്‌വ്യവസ്ഥയേയും സൃഷ്ടിക്കാനാകൂ. ഒരു സോഷ്യലിസ്റ്റ് പാറ്റേൺ ഓഫ് സൊസൈറ്റി എന്ന അടിസ്ഥാന ആശയത്തിൽ നിന്നുകൊണ്ടു പ്രവർത്തിക്കുന്ന ഇന്ത്യയിലെ ഒരു ചെറുസംസ്ഥാനത്തിന് ഇതെങ്ങനെ സാധ്യമാകും? ആഗോളവൽകരണത്തേയും അറിവിന്റെ കുത്തകവൽകരണത്തേയും അധികരിച്ച് കൊണ്ടല്ലാതെ ഈ വികസന



തന്ത്രത്തെ നമുക്ക് വരവേൽക്കാൻ കഴിയില്ല. ജ്ഞാനസമ്പദ്‌വ്യവസ്ഥ റാങ്കിങ്ങിൽ ഇന്ത്യയുടെ റാങ്ക് 3.12 ആണ്. കേരളത്തിന്റെ മാത്രമെടുത്താൽ വലിയ വ്യത്യാസം ഉണ്ടാകാനിടയില്ല. ലോകോത്തര റാങ്കുള്ള ഗവേഷണസ്ഥാപനങ്ങളോ ശാസ്ത്രസാങ്കേതിക വിദ്യാഭ്യാസസ്ഥാപനങ്ങളോ യൂണിവേഴ്സിറ്റികളോ നമുക്കില്ല. കേരളത്തിൽ ഇപ്പോൾ നടക്കുന്നത് ജ്ഞാന ഉത്പാദനമല്ല ജ്ഞാന വിതരണമാണെന്നാണ് വിദ്യാഭ്യാസ വിദഗ്ധരുടെ തന്നെ അഭിപ്രായം. അമിത രാഷ്ട്രീയവൽകരണവും നമ്മൾ നേരിടുന്ന ഒരു പ്രതിസന്ധിയാണ്. കെ റെയിൽ പോലെയോ ദേശീയപാത പോലെയോ ഉള്ള ഒരു നിർമാണമല്ല ജ്ഞാനസമൂഹ നിർമിതി. അങ്ങേയറ്റം പ്രതിബദ്ധതയുള്ള ഭരണനേതൃത്വത്തിനേ ഇത്തരമൊരാശയം ചർച്ച ചെയ്യാൻ പറ്റൂ. ഇവിടെ ഭരണനേതൃത്വമെന്നാൽ എൽഡിഎഫ് ഗവണ്മെന്റ് എന്നല്ല, എക്സിക്യൂട്ടീവും ജുഡീഷ്യറിയും ജനങ്ങളും രാഷ്ട്രീയനേതൃത്വങ്ങളുമൊക്കെ ഉൾപ്പെടും. ഒരു മേശപ്പുറത്തുനിന്ന് അടുത്ത മേശപ്പുറത്തേക്ക് ഫയൽനീങ്ങാൻ ദിവസങ്ങളെടുക്കുന്ന സംസ്ഥാനമാണ് ഇപ്പോഴും നമ്മുടേത്. ഇ ഗവേണൻസ് എന്നത് വർഷങ്ങളായിട്ടും കുറ്റമറ്റതാക്കാൻ നമുക്കായിട്ടില്ല. ആശയതലത്തേക്കാൾ പ്രായോഗികതലത്തിന് ഏറെ പ്രാധാന്യമുള്ള ജ്ഞാനസമൂഹ നിർമിതിയിൽ കേരളത്തിന് താണ്ടാനുള്ള ദൂരം ചെറുതല്ല, അതുകൊണ്ടു തന്നെ, ഇതൊരു 'ജാർഗൺ' ആയി തീരാതിരിക്കാൻ ശ്രദ്ധിക്കേണ്ടതുണ്ട്. 2050 ആകുമ്പോഴേക്കും വികസിതരാജ്യങ്ങൾക്കൊപ്പമുള്ള ജീവിതനിലവാരത്തിലേക്ക് കേരളത്തെ ഉയർത്തുക എന്ന ലക്ഷ്യമാണ് ഇവിടെ മുന്നോട്ടുവച്ചിട്ടുള്ളത്. ജീവിതനിലവാര ഉയർച്ചയെ കേരള പശ്ചാത്തലത്തിൽ നിർവഹിച്ചുകൊണ്ടല്ലാതെ, ഏതുതരത്തിലുള്ള വികസനമാണ് നാം ഉദ്ദേശിക്കുന്നത് എന്ന് പറഞ്ഞുകൊണ്ടല്ലാതെ കേവലമായ ഒരു സ്റ്റേറ്റ്മെന്റ് മുന്നോട്ടുവച്ചതുകൊണ്ട് കാര്യമില്ല. കേരളത്തിന്റെ ഭൂമിശാസ്ത്രം, പരിസ്ഥിതി, ജീവിതഗുണതയെക്കുറിച്ചുള്ള കാഴ്ചപ്പാട്, ദരിദ്ര-സമ്പന്ന വിടവ്, കുറച്ചുകൊണ്ടുവരുന്നത് സംബന്ധിച്ച നയം തുടങ്ങിയവയെല്ലാം വിശദമായി ചർച്ചചെയ്തുകൊണ്ടു മാത്രമേ, ജ്ഞാനസമ്പദ്‌വ്യവസ്ഥയിലെ കേരളം എങ്ങനെയായിരിക്കും എന്ന സങ്കൽപ്പം മുന്നോട്ടുവയ്ക്കാൻ കഴിയൂ. ഇപ്പോഴുള്ള വികസിത-മധ്യവരുമാന രാജ്യങ്ങളുടെ വികസനരൂപങ്ങൾ അതേപടി ഇവിടെ പകർത്തിയെഴുതാനാണോ ശ്രമിക്കുന്നതെന്ന് സർക്കാർ വ്യക്തമാക്കേണ്ടതുണ്ട്. ഏതായാലും ഇന്ത്യയിലെ ശേഷിക്കുന്ന ഇടതുപക്ഷ ഗവണ്മെന്റിന്റെ വികസനരംഗത്തെ ചുവടുമാറ്റമായി ജ്ഞാനസമൂഹ നിർമിതിയെ കരുതുന്നതിൽ തെറ്റില്ല. ബുദ്ധിജീവിതലത്തിൽ മാത്രം. ഇപ്പോൾ ഒതുങ്ങി നിൽക്കുന്ന ജ്ഞാനസമൂഹ നിർമിതി ചർച്ചയെ താഴെ തലങ്ങളിലേക്ക് എത്തിക്കേണ്ടതുണ്ട്. അതുവഴി മാത്രമേ, ഇപ്പോൾ മുതലാളിത്ത ആശയമായ ജ്ഞാനസമൂഹനിർമിതിയെ എങ്ങനെ സോഷ്യലിസ്റ്റ് നിർമിതിക്കായി ഉപയോഗപ്പെടുത്താം എന്ന കാര്യത്തിൽ കൂടുതൽ ആശയവ്യക്തത കൈവരിക്കാൻ കഴിയൂ.■

ഇമെയിൽ: kpraviprakash@gmail.com
ഫോൺ: 9497072906

കേരളത്തിന്റെ ഭൂമിശാസ്ത്രം, പരിസ്ഥിതി, ജീവിതഗുണതയെക്കുറിച്ചുള്ള കാഴ്ചപ്പാട്, ദരിദ്ര-സമ്പന്ന വിടവ്, കുറച്ചുകൊണ്ടുവരുന്നത് സംബന്ധിച്ച നയം തുടങ്ങിയവയെല്ലാം വിശദമായി ചർച്ചചെയ്തുകൊണ്ടു മാത്രമേ, ജ്ഞാനസമ്പദ്‌വ്യവസ്ഥയിലെ കേരളം എങ്ങനെയായിരിക്കും എന്ന സങ്കൽപ്പം മുന്നോട്ടുവയ്ക്കാൻ കഴിയൂ. ഇപ്പോഴുള്ള വികസിത-മധ്യവരുമാന രാജ്യങ്ങളുടെ വികസനരൂപങ്ങൾ അതേപടി ഇവിടെ പകർത്തിയെഴുതാനാണോ ശ്രമിക്കുന്നതെന്ന് സർക്കാർ വ്യക്തമാക്കേണ്ടതുണ്ട്. ഏതായാലും ഇന്ത്യയിലെ ശേഷിക്കുന്ന ഇടതുപക്ഷ ഗവണ്മെന്റിന്റെ വികസനരംഗത്തെ ചുവടുമാറ്റമായി ജ്ഞാനസമൂഹ നിർമിതിയെ കരുതുന്നതിൽ തെറ്റില്ല. ബുദ്ധിജീവിതലത്തിൽ മാത്രം. ഇപ്പോൾ ഒതുങ്ങി നിൽക്കുന്ന ജ്ഞാനസമൂഹ നിർമിതി ചർച്ചയെ താഴെ തലങ്ങളിലേക്ക് എത്തിക്കേണ്ടതുണ്ട്. അതുവഴി മാത്രമേ, ഇപ്പോൾ മുതലാളിത്ത ആശയമായ ജ്ഞാനസമൂഹ നിർമിതിയെ എങ്ങനെ സോഷ്യലിസ്റ്റ് നിർമിതിക്കായി ഉപയോഗപ്പെടുത്താം എന്ന കാര്യത്തിൽ കൂടുതൽ ആശയ വ്യക്തത കൈവരിക്കാൻ കഴിയൂ

അവനവന്റെ ഭൂപടം

ഡോ. രതീഷ്കൃഷ്ണൻ

- യാത്ര ചെയ്യുന്നതിനുള്ള ദിശയറിയുക എന്നത് മസ്തിഷ്കത്തിന്റെ ഒരു സവിശേഷ കഴിവാണ്.
- ദിശയറിയുന്നതിനു സഹായിക്കുന്ന മസ്തിഷ്ക ഭൂപടത്തെയും വിവിധ മസ്തിഷ്ക ഭാഗങ്ങളെയും അവയുടെ പ്രവർത്തനങ്ങളെയും പരിചയപ്പെടുത്തുന്നു.
- നിരവധി മസ്തിഷ്ക ഭാഗങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള ആരോഗ്യകരമായ ആശയ വിനിമയത്തിലൂടെയാണ് ദിശ അറിയുന്നത്.

ഗ്യൂസെപ്പെ ഐരിയ (Giuseppe Iaria) എന്ന ഇറ്റാലിയൻ ശാസ്ത്രജ്ഞനെ ഏറ്റവും ആകർഷിച്ച വിഷയങ്ങളിലൊന്ന് നാവിഗേഷനായിരുന്നു. ഒരു ബിരുദ വിദ്യാർഥി ആയിരുന്ന കാലഘട്ടത്തിൽ, തലച്ചോറിന്റെ ഒരു വശത്തിന് കേടുപാടുകൾ സംഭവിക്കുന്ന മനുഷ്യർ നാവിഗേറ്റ് ചെയ്യുന്നതിൽ കാണിക്കുന്ന പ്രശ്നങ്ങളെക്കുറിച്ചുള്ള പഠനം നടത്തിയ ഒരു പ്രോജക്ടിന്റെ ഭാഗമായിരുന്ന കാലം മുതൽ, ഈ ആകൃഷ്ടത അദ്ദേഹത്തിനുണ്ട്. പിന്നീട്, ബ്രിട്ടീഷ് കൊളംബിയ യൂണിവേഴ്സിറ്റിയിൽ ജോലി ചെയ്യുമ്പോൾ ചില ആളുകൾക്ക് എന്തുകൊണ്ടാണ് മറ്റുള്ളവരെക്കാൾ മികച്ച ദിശാബോധം (ദിശകളെക്കുറിച്ചുള്ള ബോധവും ബോധ്യവും) എന്ന വിഷയത്തിലാണ് അദ്ദേഹം ഗവേഷണം നടത്തിയത്. ആ ദിവസങ്ങളിലൊന്നിലാണ് 43 വയസ്സുള്ള മധ്യവയസ്കയായ സ്ത്രീ അദ്ദേഹത്തെ കാണാൻ എത്തുന്നത്. വളരെ വിചിത്രമായ ഒരു പരാതിയുമായാണ് അവർ എത്തിയത്. അവർക്കു ഇപ്പോഴും വഴി തെറ്റുന്നു. ചിരപരിചിതമായ സ്ഥലത്തേയ്ക്ക് പോലും വഴി തെറ്റാതെ പോകാൻ കഴിയുന്നില്ല. സ്വാഭാവികമായും അവരുടെ തലച്ചോറിന് ഏതെങ്കിലും രീതിയിൽ ക്ഷതം സംഭവിച്ചിരിക്കാം എന്ന് അദ്ദേഹം അനുമാനിച്ചു. എന്നാൽ, തുടർപരിശോധനയിൽ അത്തരം ക്ഷതങ്ങളൊന്നും കണ്ടെത്താനായില്ല. തികച്ചും ആരോഗ്യവതിയായ ഒരു സ്ത്രീയായിരുന്നു അവർ. എന്തുകൊണ്ടായിരിക്കാം അവർക്കിങ്ങനെ വഴി തെറ്റുന്നതെന്നു ഗ്യൂസെപ്പെ ഐരിയ ഗഹനമായി ആലോചിച്ചു. അവരെക്കുറിച്ചു അദ്ദേഹം കാര്യമായി അന്വേഷിക്കുകയും അവരുടെ അവസ്ഥയെ ആഴത്തിൽ പഠിക്കുകയും ചെയ്തു.

സാധാരണ കുട്ടികളെപോലെത്തന്നെ വിവിധ വളർച്ചാഘട്ടങ്ങളിലൂടെ കടന്നുപോയ അവർ 2 വയസ്സിന് മുൻപ് പിന്തുണയില്ലാതെ നടന്നു. ഭാഷാവികസനവും സാധാരണമായിരുന്നു. പതിവായി സ്കൂളിൽ പോയി, ഹൈസ്കൂൾ വിജയകരമായി പൂർത്തിയാക്കി. പക്ഷേ, സാധാരണ മസ്തിഷ്

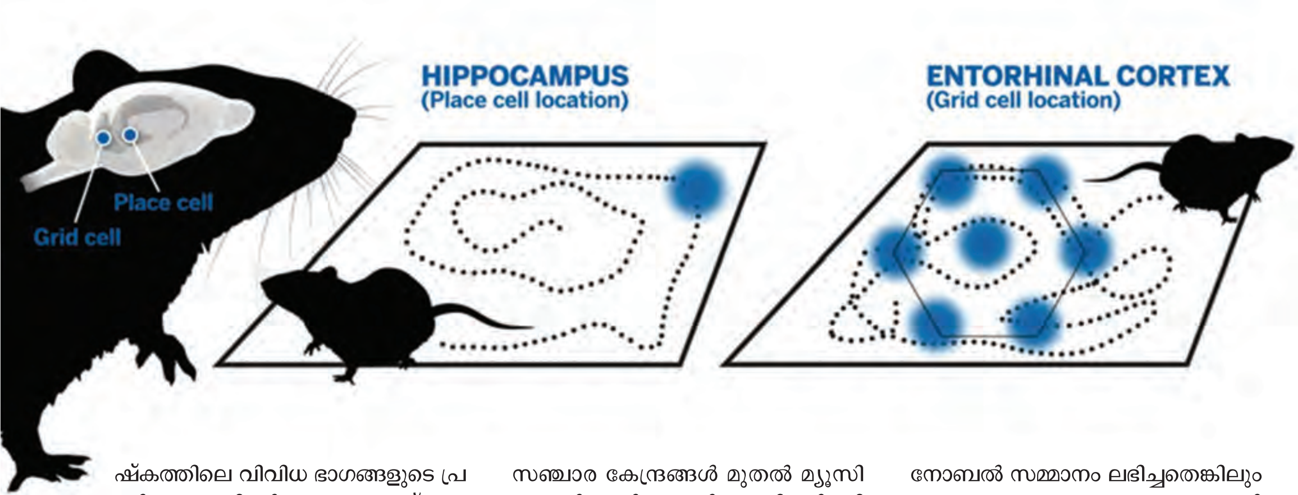
ക വികസനം ഉണ്ടായിരുന്നിട്ടും സ്വന്തം ചുറ്റുപാടുകളിൽ കൃത്യമായ ഒരു ദിശാബോധം അവർക്കന്യമായിരുന്നു. ഏകദേശം 6 വയസ്സ് മുതൽ അവരുടെ അമ്മ കടകളിലെ തിരക്കുകളിലോ മറ്റോ അപ്രത്യക്ഷമാകുമ്പോഴെല്ലാം പരിഭ്രാന്തി ഉണ്ടായിരുന്നതായി അവർ ഇന്നും ഓർക്കുന്നു. അവരുടെ 12 വർഷത്തെ സ്കൂൾ വിദ്യാഭ്യാസ കാലഘട്ടത്തിൽ മുഴുവൻ അവരുടെ സഹോദരിമാരോ മാതാപിതാക്കളോ അവരെ സ്കൂളിൽ കൊണ്ട് പോയി ആക്കുകയും തിരിച്ചു വിളിച്ചുകൊണ്ടു വരുകയുമായിരുന്നു പതിവ്. അവർക്കു വഴി കണ്ടുപിടിക്കാൻ വലിയ പ്രയാസമായിരുന്നതിന്നാൽ, തനിച്ച് ഒരിക്കലും വീട്ടിൽ നിന്ന് പുറത്തു പോകുമായിരുന്നില്ല. നിലവിൽ തന്റെ പിതാവിനോടൊപ്പം കഴിയുന്ന അവർ, 5 വർഷം ജോലി ചെയ്ത ഓഫീസിൽ എത്താൻ കർശനമായ നിർദേശങ്ങൾ പാലിക്കുന്നു എന്നത് ഗ്യൂസെപ്പെ ഐറിയയെ അദ്ഭുതപ്പെടുത്തി. ഏത് ബസിലാണ് പോകേണ്ടതെന്നും എപ്പോഴാണ് ബസിൽ നിന്നും ഇറങ്ങേണ്ടതെന്നും അവർ മനഃപാഠമാക്കി പഠിച്ചു വെച്ചിരിക്കുകയാണ്. ഈ നിർദിഷ്ട പാതയിൽ നിന്ന് വ്യതിചലിച്ചാൽ അവർക്കു തിരിച്ചു വരാനുള്ള വഴി കണ്ടെത്താൻ കഴിയില്ല. കർശനമായി പിന്തുടരുന്ന ഒരു ആചാരമാണ് അവരെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം ജോലി ചെയ്യുന്ന ഓഫീസിലേക്കുള്ള യാത്ര. എന്നാലും ചിലപ്പോഴെല്ലാം അവർക്കു വഴി തെറ്റിപ്പോകും. അപ്പോൾ, തന്റെ പിതാവിനെ ഫോണിൽ വിളിച്ചു സഹായം തേടിയാണ് അവർ ആ പ്രതിസന്ധി മറികടക്കുന്നത്. ഇങ്ങനെയാണെങ്കിലും, വലത്-ഇടത് വിവേചനത്തിൽ അവർക്കു ബുദ്ധിമുട്ടുകളൊന്നുമില്ല. പരിചിതമായ സ്ഥലങ്ങൾ, അല്ലെങ്കിൽ ചുറ്റുപാടുകൾ തിരിച്ചറിയാനുള്ള അടയാളങ്ങൾ ഓർത്തു വെയ്ക്കാനും അവർക്കു ബുദ്ധിമുട്ടില്ല. അവരുടെ ഓഫീസ് പുതിയ ഒരു സ്ഥലത്തേയ്ക്ക് മാറുന്നതിനാൽ ആശങ്കാകുലയായതിനാലാണ് അവർ ഗ്യൂസെപ്പെ ഐറിയയെ കാണാൻ തീരുമാനിച്ചത്.

ഇത്തരം ഒരു അവസ്ഥയ്ക്ക് പല കാര്യങ്ങൾ ഉണ്ടാവാം എന്നറിയാമായിരുന്ന ഗ്യൂസെപ്പെ ഐറിയ, ഓരോന്നോരോന്നായി പരിശോധിക്കാൻ തീരുമാനിച്ചു. ഉദാഹരണത്തിന്, ചെവിയുടെ അകത്തുണ്ടാവുന്ന അണുബാധ ലാബിരിന്ത് (Labrynth) എന്ന അതിലോലമായ ടിഷ്യുവിനെ നശിപ്പിക്കും. ഇത് നമ്മുടെ ലോകം നമുക്ക് ചുറ്റും സഞ്ചരിക്കുന്നു എന്ന തോന്നലുണ്ടാക്കും. ഒരുപക്ഷേ, ഇതായിരിക്കാം, ഈ മധ്യവയസ്കയായ സ്ത്രീയെ വഴിതെറ്റിക്കാൻ ഇടയാക്കിയത് എന്ന അനുമാനത്തിൽ അദ്ദേഹം അവരുടെ ചെവിയുടെ അകം പരിശോധിച്ചു. എന്നാൽ, അവരുടെ ചെവിയിൽ അണുബാധയില്ലായിരുന്നു. അതുപോലെ തലച്ചോറിലുണ്ടാവുന്ന മുഴകൾ (Tumors), മുറിവുകൾ (lesions) അല്ലെങ്കിൽ ഡിമെൻഷ്യ എന്ന ഓർമക്കുറവ് തുടങ്ങിയവ ഹിപ്പോകാമ്പസിനെ തകരാറിലാക്കും. പല തരത്തിലുള്ള ഓർമകളുടെ കേന്ദ്രമാണ് ഹിപ്പോകാമ്പസ്സ്. ഇതിലേതെങ്കിലും ഒന്നായിരിക്കാം അവരുടെ പ്രശ്നമെന്ന് കരുതിയ അദ്ദേഹം അവരുടെ മസ്തിഷ്കത്തെ വിശദമായ പരിശോധനകൾക്കു വിധേയമാക്കി. എന്നാൽ, അവരുടെ തലച്ചോറിന് യാതൊരു ക്ഷതവും സംഭവിച്ചിട്ടില്ല എന്ന് തിരിച്ചറിയാൻ ഗ്യൂസെപ്പെ ഐറിയ രണ്ട് വർഷമെടുത്തു. ഇത് ഐറിയയെ ആകാംഷഭരിതയാക്കി. മറ്റ് അവസ്ഥകളുടെ ലക്ഷണം എന്ന നിലയിൽ സ്ഥിരമായി വഴിതെറ്റൽ എന്ന അവസ്ഥ സംജാതമാവുന്നതു പലകുറി കണ്ടിട്ടുള്ള ഐറിയ, ഒരു വികസന വൈകല്യമായി ഈ അവസ്ഥ ആദ്യമായി കാണുകയായിരുന്നു. അവരെ ഈ അവസ്ഥയിലുള്ള ആദ്യത്തെയാൾ എന്ന് തിരിച്ചറിഞ്ഞ ഐറിയ ഈ അവസ്ഥയെ ഡെവലപ്മെന്റൽ ടോപോഗ്രഫിക്കൽ ഡിസോറിയെന്റേഷൻ (developmental topographical disorientation disorder) എന്ന് നാമകരണം ചെയ്തു. ഈ വിശദാംശങ്ങൾ മുഴുവൻ ഉൾപ്പെടുത്തി 2009-ൽ തന്റെ പഠനം അദ്ദേഹം പ്രസിദ്ധീകരിച്ചു. അങ്ങനെ, സ്ഥിരമായി വഴിതെറ്റി പോകുന്ന മനുഷ്യരെക്കുറിച്ചു ആദ്യമായി ലോകം മനസ്സിലാക്കി.

ഈ പഠനം വായിച്ചാൽ മനസ്സിൽ വരുന്ന ആദ്യത്തെ ചോദ്യം, എന്തുകൊണ്ടാണ് നമ്മളിൽ പലർക്കും ഇങ്ങനെ വഴി തെറ്റി പോകാത്തത് എന്നായിരിക്കും. അല്ലെങ്കിൽ എങ്ങനെയാണ് നമ്മുടെ മസ്തിഷ്കം വഴി കണ്ടുപിടിക്കുന്നത്? എങ്ങനെയാണ് നമ്മുടെ ചുറ്റുപാടുകളെ ഇത്ര കൃത്യമായി നമുക്ക് ഓർത്തിരിക്കാൻ കഴിയുന്നത്? സത്യത്തിൽ നമ്മൾ ഓർത്തിരിക്കുകയാണോ? അതോ മറ്റെന്തെങ്കിലും പ്രക്രിയ ഇതിനു പിന്നിലുണ്ടോ? ഈ ചോദ്യങ്ങൾക്കെല്ലാം ഉത്തരം കണ്ടെത്തിയ ഗവേഷണത്തിനാണ് 2014-ലെ നൊബേൽ സമ്മാനം ലഭിച്ചത്.

മിക്കവർക്കും നാവിഗേറ്റ് ചെയ്യുന്നത് എളുപ്പവും യാന്ത്രികവുമായ ഒരു പ്രവൃത്തിയാണ്. ഒരു പുതിയ പ്രദേശത്തെത്തിച്ചേർന്നാൽ നമ്മുടെ മസ്തിഷ്കം ആ പ്രദേശത്തെക്കുറിച്ചു പഠിക്കാനാരംഭിക്കുന്നു. ആദ്യ ദിവസം, നമ്മൾ മനസ്സിലാക്കുക നമ്മുടെ താമസ സ്ഥലമാണ്. പിന്നീടുള്ള ദിവസങ്ങളിൽ അങ്ങോട്ടേക്ക് എത്താനുള്ള വഴികൾ ഓരോന്നായി നമ്മൾ മനസിലാക്കുന്നു. ദിവസം ചെല്ലും തോറും വളരെ അനായാസമായി ഈ കാര്യങ്ങൾ നമ്മുടെ മസ്തിഷ്കം ചെയ്യുകയും തീർത്തും യാന്ത്രികമായ ഒരു പ്രവൃത്തി പോലെ പ്രത്യേകിച്ച് ആലോചനയൊന്നുമില്ലാതെ വീട്ടിലേക്കെത്താൻ നമുക്ക് കഴിയുകയും ചെയ്യുന്നു. അതായത്, ആദ്യ ദിവസം മാത്രമാണ് നമുക്ക് അപരിചിതത്വം തോന്നുന്നത്. ക്രമേണ ചുറ്റുപാടുകൾ പരിചിതമാവുന്നു. ഐറിയയുടെ പല രോഗികളും സ്ഥിരമായി 'ആദ്യ ദിവസത്തിൽ' തന്നെയാണ് ജീവിക്കുന്നത്. എത്ര സമയം ചെലവഴിച്ചാലും അവരുടെ ചുറ്റുപാടുകൾ ഒരിക്കലും പരിചിതമാവുന്നില്ല. ഏറ്റവും പ്രധാനപ്പെട്ട വഴികൾ നാവിഗേറ്റ് ചെയ്യാൻ പലരും പഠിച്ചു വെയ്ക്കുകയാണ് ചെയ്യുന്നത്. തിരിവുകളുടെ ക്രമം മനഃപാഠമാക്കുകയും അത് അനുവർത്തിക്കുകയും ചെയ്യുക മാത്രമാണ് അവർ ചെയ്യുന്നത്. സ്വന്തം കിടപ്പു മുറിയിൽ നിന്നും മുറ്റത്തേക്കിറങ്ങാനെങ്കിൽകൂടി തിരിവുകൾ മനഃപാഠമാക്കേണ്ട അവസ്ഥയാണ് മിക്കവർക്കും.

എന്തുകൊണ്ടാണ് നമുക്കിങ്ങനെ മനഃപാഠം ആക്കേണ്ടി വരാത്തത്? ഇങ്ങനെ ഓരോ വഴിയും ഓർത്തു വയ്ക്കേണ്ടി വന്നാൽ അത് നമ്മുടെ തലച്ചോറിന്റെ ഓർമകൾ സൂക്ഷിക്കുന്ന ഭാഗത്തിന് വലിയ ആയാസമുണ്ടാക്കും. എന്നാൽ, മിക്ക മനുഷ്യർക്കും ഈ പ്രശ്നം ഇല്ലാത്തതിന് കാരണം നമ്മുടെ ചുറ്റുപാടുകളെക്കുറിച്ചുള്ള വിശദമായ ഒരു ഭൂപടം നമ്മുടെ തലച്ചോറിൽ തയ്യാറാവുന്നതുകൊണ്ടാണ്. കോഗ്നിറ്റീവ് മാപ്പ് എന്ന് വിളിക്കുന്ന ഈ ഡൈനാമിക് ടൂൾ ഉള്ളതുകൊണ്ടാണ് നമ്മൾ വഴികൾ മനഃപാഠമാക്കേണ്ടി വരാത്തത്. നമ്മുടെ ചുറ്റുപാടുകളുടെ ഈ ആന്തരിക പ്രാതിനിധ്യം നമുക്ക് പരിചിതമായിത്തീരുന്നതിനാൽ ദിശകളുടെ ഒരു പ്രത്യേക ക്രമം ഓർത്തിരിക്കേണ്ടി വരുന്നില്ല. നമ്മുടെ മനസ്സിൽ ഒരു റൂട്ട് ചിത്രീകരിക്കാനുള്ള ഈ കഴിവ് പൊതുവിൽ നമ്മൾ നിസ്സാരമായി കാണുന്നു. പക്ഷേ, ഇത് വളരെ ശ്രദ്ധേയമായ ഒരു വൈദഗ്ധ്യമാണ്. വാസ്തവത്തിൽ, നമ്മുടെ തലച്ചോറിന് ചെയ്യാൻ കഴിയുന്ന ഏറ്റവും സങ്കീർണമായ പ്രവൃത്തികളിലൊന്നാണിത്. ഇതില്ലാത്തതാണ് ഐറിയയുടെ രോഗികളുടെ കുഴപ്പം. എന്നാൽ, എന്തുകൊണ്ടാണ് ഈ വൈദഗ്ധ്യം അവർക്കില്ലാത്തതു എന്ന ചോദ്യത്തിനുള്ള ഉത്തരം എളുപ്പമല്ല. നമ്മുടെ മസ്തി



ഷ്കത്തിലെ വിവിധ ഭാഗങ്ങളുടെ പ്രവർത്തനത്തിന്റെ ഫലമായാണ് സാധാരണ നാവിഗേഷൻ സാധ്യമാവുന്നത്. ഈ ഓരോ ഭാഗവും ആരോഗ്യകരമായിരുന്നാൽ മാത്രം പോരാ അവർ തമ്മിലുള്ള ആശയ വിനിമയവും ആരോഗ്യകരമായിരുന്നാലേ ഈ വൈദഗ്ധ്യം പൂർണ തോതിൽ പ്രവർത്തന സജ്ജമാവുകയുള്ളു.

ഇപ്പോൾ വെൽക്കം ട്രസ്റ്റ് ഫോർ ന്യൂറോ ഇമേജിങ്ങിൽ (Wellcome Trust Centre for Neuroimaging) പ്രവർത്തിക്കുന്ന, ഇഗ് നൊബേൽ സമ്മാന (Ig Nobel Prize) ജേതാവായ എലനോർ മാഗ്വൊയർ (Eleanor Maguire), യൂണിവേഴ്സിറ്റി കോളേജ് ലണ്ടനിൽ പ്രവർത്തിച്ചിരുന്ന കാലത്തു വളരെ രസകരമായ ഒരു പഠനം പ്രസിദ്ധീകരിച്ചിരുന്നു. 2000-ൽ വെളിച്ചം കണ്ട പഠനത്തിൽ ലണ്ടനിലെ വിഖ്യാതമായ ടാക്സികളായ ബ്ലാക്ക് ക്യാബുകൾ ഓടിക്കുന്ന ഡ്രൈവർമാരുടെ തലച്ചോറിന്റെ പ്രത്യേകതകളെ അനാവരണം ചെയ്തു. ഈ ക്യാബ് ഡ്രൈവർമാരുടെ മസ്തിഷ്കം സ്കാൻ ചെയ്ത മാഗ്വൊയർ അവരുടെ ഹിപ്പോകാമ്പസിന്റെ പിൻഭാഗത്തിന് അസാധാരണമായ വലുപ്പം കണ്ടെത്തി. എന്നാൽ, അത് ഒരു ടാക്സി ഡ്രൈവർ ആയതിന്റെ ഫലമായിരുന്നോ, അതോ വലിയ ഹിപ്പോകാമ്പസുള്ളവർ ടാക്സി ഡ്രൈവർമാരാകാനുള്ള സാധ്യത കൂടുതലാണ് എന്നാണോ മനസ്സിലാക്കേണ്ടത് എന്ന സംശയം അവർക്കുണ്ടായിരുന്നു.

ലണ്ടനിലെ വിഖ്യാതമായ ബ്ലാക്ക് ക്യാബ് എന്ന ടാക്സി ഓടിക്കാനുള്ള ലൈസൻസ് ലഭിക്കണമെങ്കിൽ ഡ്രൈവർമാർ പാസാകേണ്ടുന്ന ഒരു ബുദ്ധിമുട്ടേറിയ പരീക്ഷയുണ്ട്. ദി നോളജ് ടെസ്റ്റ് (The Knowledge) എന്നറിയപ്പെടുന്ന ഈ പരീക്ഷ പാസാവണമെങ്കിൽ ഏകദേശം 320 റൂട്ടുകളും 25,000 തെരുവുകളും പഠിക്കുകയും അവയെല്ലാം മനഃപാഠമാക്കുകയും വേണം. ഇത് കൂടാതെ വിനോദ സഞ്ചാര കേന്ദ്രങ്ങൾ മുതൽ മ്യൂസിയങ്ങൾ, പാർക്കുകൾ, പള്ളികൾ, തിയേറ്ററുകൾ, സ്കൂളുകൾ എന്നിങ്ങനെ ഏകദേശം 20,000 ലാൻഡ്മാർക്കുകളും പൊതു താൽപ്പര്യമുള്ള സ്ഥലങ്ങളും അവർ മനഃപാഠമാക്കണം. ഈ പരീക്ഷയ്ക്കായുള്ള പഠന പ്രക്രിയ പൂർത്തിയാകാൻ സാധാരണയായി രണ്ടു മുതൽ നാല് വർഷം വരെ സമയമെടുക്കും. നമ്മുടെ തലച്ചോറിൽ ലണ്ടന്റെ ഒരു അറ്റ്ലസ് ഇംപ്ലാന്റ് ചെയ്യുന്നതുപോലെയാണ് ഈ പരീക്ഷയുടെ തയ്യാറെടുപ്പ്. മേൽ ചോദിച്ച ചോദ്യങ്ങൾക്ക് ഉത്തരം കണ്ടെത്താനായി മാഗ്വൊയർ, എഴുപത്തിയൊൻപത് ട്രെയിനി ടാക്സി ഡ്രൈവർമാരുടെ മസ്തിഷ്കം പലതവണ സ്കാൻ ചെയ്തു. അവർ നോളജ് പരീക്ഷയ്ക്ക് പഠിക്കാൻ തുടങ്ങിയപ്പോൾ മുതൽ നാലു വർഷം പല സമയങ്ങളിലായി പല തവണ സ്കാൻ ചെയ്ത മാഗ്വൊയർ വളരെ രസകരമായ കാര്യമാണ് കണ്ടെത്തിയത്. നോളജ് പരീക്ഷ പാസായവരുടെ ഹിപ്പോകാമ്പസിന്റെ പിൻഭാഗം അവർ പരീക്ഷയ്ക്ക് തയ്യാറെടുത്തു തുടങ്ങിയ കാലത്തേകാൾ വലുതായിരിക്കുന്നു. പരീക്ഷയിൽ തോറ്റ ട്രെയിനി ടാക്സി ഡ്രൈവർമാരിൽ മാറ്റങ്ങളൊന്നും കണ്ടില്ല. നോളജ് പരീക്ഷയ്ക്ക് തയ്യാറെടുക്കാത്ത എന്നാൽ, പ്രായവും വിദ്യാഭ്യാസവും ബുദ്ധിയും സമാനമായ മുപ്പത്തിയൊന്ന് ടാക്സി ഡ്രൈവർമാരുടെ മസ്തിഷ്കത്തിലെ ഹിപ്പോകാമ്പസിനും വലുപ്പ വ്യത്യാസം ഈ കാലയളവിൽ കാണാൻ കഴിഞ്ഞില്ല. വ്യക്തമായും, നാവിഗേഷൻ കഴിവുകൾക്കൊപ്പം ഹിപ്പോകാമ്പസും വളരുകയാണ്. ഈ പഠനം 2011-ൽ പ്രസിദ്ധീകരിച്ചതോടെ മാഗ്വൊയർ ഈ മേഖലയിലെ ഒരു അതികായയായി. 2003-ൽ ലണ്ടൻ ടാക്സി ഡ്രൈവർമാരുടെ മസ്തിഷ്കം അവരുടെ സഹപ്രവർത്തകരെക്കാൾ വളരെ വികസിതമാണെന്നതിന്റെ തെളിവുകൾ അവതരിപ്പിച്ചതിനാണ് അവർക്കു ഇഗ് നോബൽ സമ്മാനം ലഭിച്ചതെങ്കിലും 2011-ലെ പഠനത്തോടെ കാര്യങ്ങൾ ഗൗരവതരമായി. ഐറിയയുടെ രോഗികൾക്ക് പ്രതീക്ഷയ്ക്കു വക നൽകുന്ന കണ്ടുപിടുത്തങ്ങളാണ് മാഗ്വൊയർ നടത്തിയിരിക്കുന്നത്. രസകരമായ കാര്യം ഐറിയയുടെ രോഗികളെപ്പോലെ എലനോർ മാഗ്വൊയറിനും ദിശാബോധമില്ലായിരുന്നു എന്നതാണ്.

എന്നാൽ, ചോദ്യങ്ങൾ ഇപ്പോഴും ബാക്കിയാണ്. എങ്ങനെയാണ് നമ്മുടെ മസ്തിഷ്കം നമ്മളെ സഞ്ചാരയോഗ്യരാക്കുന്നത്? ഈ ചോദ്യത്തിന്റെ ഉത്തരത്തിലേക്കുള്ള ഗവേഷണങ്ങൾ പല കാലത്തായാണ് നടന്നത്. എന്നാൽ, മേൽപ്പറഞ്ഞ രണ്ടു ശാസ്ത്രജ്ഞരുടെ ഗവേഷണ ഫലമായാണ് അതിനെ അതിന്റെ സമഗ്രതയിൽ കാണാനും ഉൾകൊള്ളാനും ശാസ്ത്ര സമൂഹത്തിനു കഴിഞ്ഞത്. 1960-കളിൽ ത്തന്നെ യൂണിവേഴ്സിറ്റി ലണ്ടൻ കോളേജിലെ ബ്രിട്ടീഷ് ന്യൂറോ സയന്റിസ്റ്റായ ജോൺ ഓ'കീഫ് (John O' Kefee) നാവിഗേഷൻ എന്ന പ്രക്രിയയിൽ ഹിപ്പോകാമ്പസിന്റെ പങ്കിനെക്കുറിച്ചുള്ള ഗവേഷണങ്ങൾ തുടങ്ങിയിരുന്നു. ഒരു തുറസ്സായ സ്ഥലത്ത് നടക്കുമ്പോൾ എലികളുടെ തലച്ചോർ അവയുടെ ചുറ്റുപാടുകളെ പര്യവേക്ഷണം ചെയ്യുന്നത് പഠിക്കാനായി നേർത്ത ഇലക്ട്രോഡുകളുടെ ഒരു കൂട്ടം അവയുടെ ഹിപ്പോകാമ്പിയിൽ സ്ഥാപിച്ചുകൊണ്ട് ജോൺ ഓ'കീഫ് പരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തി. ഒരു വ്യക്തിഗത ന്യൂറോൺ അതിന്റെ അയൽ ന്യൂറോണുകളുമായി ആശയ വിനിമയം നടത്തുമ്പോൾ ഉണ്ടാകുന്ന വൈദ്യുതിയുടെ ചെറിയ സ്പൈക്ക് രേഖപ്പെടുത്തുവാൻ ഈ നേർത്ത ഇലക്ട്രോഡുകൾക്ക് കഴിയുമായിരുന്നു. ഈ സാങ്കേതികത ഉപയോഗിച്ച്, ഓ'കീഫ് കണ്ടെത്തിയ ഒരു കൂട്ടം കോശങ്ങൾ, എലിയുടെ ചലനത്തിനനുസൃതമായി വൈദ്യുതി ഉത്പാദിപ്പിക്കുന്നവയായിരുന്നു. അതിൽത്തന്നെ രസകരമായ കാര്യം ഈ കോശങ്ങൾ എലി ഒരു

നിശ്ചിത സ്ഥലത്തു നിൽക്കുമ്പോൾ മാത്രമേ ഈ വൈദ്യുതി പുറപ്പെടുവിക്കുന്നുള്ളൂ എന്നതായിരുന്നു. എലി മറ്റൊരു സ്ഥലത്തേക്കു പോയാൽ മറ്റൊരു കൂട്ടം കോശങ്ങളാണ് വൈദ്യുതി പുറപ്പെടുവിക്കുന്നത്. ഈ കോശങ്ങളെല്ലാം ഒരേ തരത്തിൽ പെട്ടവയാണെന്നും, എലി ഒരു നേർ രേഖയിൽ സഞ്ചരിച്ചാൽ ഇവയിലെ ഓരോ കോശങ്ങളുടെ കൂട്ടങ്ങൾ വൈദ്യുതി പുറപ്പെടുവിക്കുമെന്നും അദ്ദേഹം മനസ്സിലാക്കി. കാര്യങ്ങൾ എളുപ്പം ഗ്രഹിക്കാൻ ഇത്തരം കോശങ്ങൾ പല നിറങ്ങളിലുള്ളവയാണെന്നു സങ്കൽപ്പിക്കാം. എലി യാത്ര തുടങ്ങുമ്പോൾ പച്ച നിറത്തിലുള്ളവയാണ് വൈദ്യുത സ്പൈക്കുകൾ പുറപ്പെടുവിക്കുന്നതെങ്കിൽ അൽപ്പം മുന്നോട്ടു നടന്നാൽ നീലയും പിന്നെയും മുന്നോട്ടു പോയാൽ ചുവപ്പും അങ്ങനെ ഓരോ സ്ഥലത്തിനുമനുസരിച്ചു വിവിധ വർണങ്ങളിലുള്ള കോശങ്ങൾ വൈദ്യുത സ്പൈക്കുകൾ പുറപ്പെടുവിക്കും (വിവിധ നിറങ്ങൾ കാര്യങ്ങൾ എളുപ്പത്തിൽ മനസ്സിലാക്കാനുള്ള സൂത്രം മാത്രമാണ് എന്ന് ഓർക്കുമല്ലോ). ഇനി എലി നേരത്തെ സഞ്ചരിച്ച സ്ഥലത്തേയ്ക്കു തിരിച്ചു വന്നാലോ ആദ്യം ആ സ്ഥലത്തു നിന്നിരുന്നപ്പോൾ ഏതു കോശമാണോ വൈദ്യുത സ്പൈക്കുകൾ പുറപ്പെടുവിച്ചത്, അവ തന്നെ വീണ്ടും അതാവർത്തിക്കും. അതായതു ഈ കോശങ്ങൾക്ക്, ചുറ്റുപാടിൽ ഏതു സ്ഥലത്താണ് എലി നിൽക്കുന്നതെന്ന് തിരിച്ചറിയാൻ സാധിക്കും. കുറച്ചുകൂടി കൃത്യതയോടെ പറഞ്ഞാൽ ഈ കോശങ്ങളാണ് എലിയുടെ തലച്ചോറിന് എലി അതിന്റെ ചുറ്റുപാടിൽ എവിടെയാണ് ഇപ്പോൾ നിൽക്കുന്നത് എന്ന് പറഞ്ഞു കൊടുക്കുന്നത്. ഓ'കീഫ് ഈ കോശങ്ങളെ സ്ഥല കോശങ്ങൾ (place cells) എന്ന് വിളിച്ചു. ഈ കോശങ്ങളിൽ പലതിന്റെയും പ്രവർത്തനത്തിന്റെ സംയോജനം വഴി എലി എവിടെയാണെന്ന് കൃത്യമായി പറയാൻ അതിന്റെ തലച്ചോറിനു കഴിയുന്നു.

എന്നാൽ, ഈ പ്രവൃത്തിയിൽ സ്ഥലകോശങ്ങൾ ഒറ്റയ്ക്കല്ല എന്ന് അടുത്ത ഏതാനും ദശാബ്ദങ്ങളിൽ വ്യക്തമായി. ഹിപ്പോകാമ്പസിന് സമീപത്തുള്ള എന്റോറൈനൽ കോർട്ടക്സ് എന്ന് വിളിക്കപ്പെടുന്ന മസ്തിഷ്ക ഭാഗത്തു കാണപ്പെടുന്ന മറ്റ് മൂന്ന് തരം സെല്ലുകളിൽ നിന്ന് ഇവയ്ക്കു ഇൻപുട്ട് ലഭിക്കുന്നു. ഇതിൽ ഏറ്റവും പ്രധാനപ്പെട്ടവ ഗ്രിഡ് സെൽ എന്ന് അറിയപ്പെടുന്നു. ഒരിക്കൽ ജീവിത പങ്കാളികളായിരുന്ന മെയ്-ബ്രിറ്റ് മോസറും എഡ്വാർഡ് മോസറും ചേർന്നാണ് ഇത് കണ്ടെത്തിയത്. നാവിഗേറ്റ് ചെയ്യാനുള്ള നമ്മുടെ കഴിവ് ഭാഗികമായി ആശ്രയിക്കുന്നത് ഗ്രിഡ് കോശങ്ങളെയാണ്. നമ്മൾ എങ്ങനെ നീങ്ങുന്നുവെന്നും എവിടെ നിന്നാണ് വന്നതെന്നും മസ്തിഷ്കത്തിന് മനസ്സിലാവുന്നത് ഗ്രിഡ് കോശങ്ങളുടെ പ്രവർത്തനത്തിന്റെ ഫലമായാണ്. ഗ്രിഡ് കോശങ്ങളും സ്ഥല കോശങ്ങളും സംയുക്തമായി പ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ നമ്മുടെ മസ്തിഷ്കത്തിൽ നമ്മുടെ ചുറ്റുപാടുകളുടെ ഒരു ആന്തരിക ഭൂപടം തയ്യാറാവുന്നു. ഉദാഹരണത്തിന്, നമ്മൾ സിനിമ കാണാൻ തീയേറ്ററിൽ പോകുമ്പോഴോ വളരെ തിരക്കേറിയ ഒരു ഷോപ്പിങ് മാളിൽ പോകുമ്പൊഴോ നമ്മുടെ ബൈക്ക് എവിടെയാണ് പാർക്ക് ചെയ്തിരിക്കുന്നത് എന്ന് നമ്മൾ ഓർത്തു വെയ്ക്കുന്നത് ഈ ആന്തരിക ഭൂപടത്തിന്റെ സഹായത്തോടെയാണ്.

> പൂർണ മസ്തിഷ്ക ആരോഗ്യമുള്ള ഐെരിയയുടെ രോഗികൾക്കെന്തുകൊണ്ടാണ് ദിശാബോധം ഇല്ലാത്തത് ? ആരോഗ്യമുള്ള ആളുകളുടെ തലച്ചോർ സ്കാൻ ചെയ്ത്, ഓറിയന്റേഷനും നാവിഗേഷനും പ്രാധാന്യമുള്ളതായി അറിയപ്പെടുന്ന വ്യത്യസ്ത മസ്തിഷ്ക മേഖലകൾ പരസ്പരം ആശയവിനിമയം നടത്തുന്നതെങ്ങനെ എന്നന്വേഷിച്ചുകൊണ്ടാണ് ഐെരിയ ഈ ചോദ്യത്തിന് ഉത്തരം അന്വേഷിച്ചത്. ഈ വ്യത്യസ്ത മസ്തിഷ്ക മേഖലകൾ ഏറ്റവും നന്നായി ആശയ വിനിമയം നടത്തുമ്പോഴാണ് നമ്മുടെ ഓറിയന്റേഷനും നാവിഗേഷനും മെച്ചപ്പെടുന്നത് എന്നദ്ദേഹം കണ്ടെത്തി. തലച്ചോറിന്റെ എല്ലാ മേഖലകൾ തമ്മിലും ഉയർന്ന തലത്തിലുള്ള ആശയവിനിമയം നാവിഗേഷനിൽ ഉൾപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു

എങ്ങനെയാണ് ഇത് സാധ്യമാവുന്നത്? അതിനു ആദ്യം ഗ്രിഡ് കോശങ്ങൾ പ്രവർത്തിക്കുന്നത് എങ്ങനെയെന്ന് നോക്കാം.

ഗ്രിഡ് സെല്ലുകൾ എങ്ങനെ പ്രവർത്തിക്കുന്നുവെന്ന് മനസ്സിലാക്കാൻ, തറയിൽ വിരിച്ചിരിക്കുന്ന ഒരു പരവതാനിക്ക് ചുറ്റും നമ്മൾ ഓടുന്നത് സങ്കൽപ്പിക്കുക. ഈ പരവതാനിയിൽ തേനീച്ചക്കൂടിലുള്ള പോലെ ഷഡ്ഭുജങ്ങളുടെ ഒരു ഇന്റർലോക്ക് ഉണ്ടെന്ന് സങ്കൽപ്പിക്കുക. ഇങ്ങനെയുള്ള ഒരു ഗ്രിഡിലെ ഏതെങ്കിലും ഷഡ്ഭുജത്തിന്റെ കോണുകളിൽ നിങ്ങളെത്തുമ്പോൾ ഒരു കൂട്ടം ഗ്രിഡ് കോശങ്ങൾ നമ്മുടെ തലച്ചോറിൽ വൈദ്യുത സ്പൈക്കുകൾ പുറപ്പെടുവിക്കും. പരവതാനിയുടെ മറ്റൊരു ഭാഗത്തേക്ക് പോയാൽ ഷഡ്ഭുജത്തിന്റെ മറ്റൊരു കോണിലെത്തുമല്ലോ. അപ്പോൾ മറ്റൊരു കൂട്ടം ഗ്രിഡ് കോശങ്ങൾ വൈദ്യുതി പുറപ്പെടുവിക്കും. ഇങ്ങനെ ആ പരവതാനിയിൽ നമ്മൾ എവിടെയാണോ നിൽക്കുന്നത് അതിനനുസരിച്ചു വിവിധ ഗ്രിഡ് കോശങ്ങൾ പ്രവർത്തിക്കും. ഇതിന്റെ ആകെ തുകയായി നമ്മുടെ മസ്തിഷ്കത്തിൽ നിരന്തരം അപ്ഡേറ്റ് ചെയ്ത വിവരങ്ങൾ ഉപയോഗപ്പെടുത്തി സ്ഥലത്തിന്റെ ഭൂപടവും ചുറ്റുപാടിലെ ചില അടയാളങ്ങളുമായുള്ള (ലാൻഡ് മാർക്കുകൾ) ആപേക്ഷിക ദൂരവും, സ്ഥല കോശങ്ങളുടെ പ്രവൃത്തിയുടെ ഫലമായ ദൂരവും ഉൾപ്പെടെ രൂപപ്പെടുത്തുന്നു. ഓരോ പ്രാവശ്യവും ഒരേ സ്ഥലത്തെത്തുമ്പോൾ ഒരേ സ്ഥല-ഗ്രിഡ് കോശങ്ങൾ വൈദ്യുതി പുറപ്പെടുവിക്കുന്നു. അങ്ങനെ നമ്മുടെ ചുറ്റുപാടിന്റെ ആന്തരിക ഭൂപടത്തിൽ എവിടെയാണ് നമ്മളെന്നും ആ സ്ഥലത്തു ആദ്യമായാണോ അതോ മുൻപ് വന്നിട്ടുണ്ടോയെന്നും മനസ്സിലാക്കാൻ നമ്മുടെ മസ്തിഷ്കത്തിന് കഴിയും. മറ്റൊരു രീതിയിൽ പറഞ്ഞാൽ, ഒരിക്കൽ വന്ന സ്ഥലത്തു വീണ്ടും വന്നാൽ നമ്മുടെ മസ്തിഷ്കം തിരിച്ചറിയും, അല്ലെങ്കിൽ ഒരിക്കൽ വന്ന സ്ഥലം മസ്തിഷ്കം ഓർത്തു വയ്ക്കുകയും വീണ്ടും വരുമ്പോൾ തിരിച്ചറിയുകയും ചെയ്യും. ഇങ്ങനെയാണ് നേരത്തെ പറഞ്ഞ സന്ദർഭത്തിൽ പാർക്ക് ചെയ്ത ബൈക്കിനടുത്തേയ്ക്കു നമുക്ക് എത്താൻ കഴിയുന്നത്.

എന്റോറൈനൽ കോർട്ടക്സിൽ കാണുന്ന മറ്റൊരുതരം കോശമാണ് അതിർത്തി കോശങ്ങൾ. അതിരുകളുമായും മതിലുകളുമായും ബന്ധപ്പെടുത്തി നമ്മുടെ പൊസിഷൻ മനസ്സിലാക്കാൻ മസ്തിഷ്കത്തെ സഹായിക്കുന്ന ചുമതലയുള്ള കോശങ്ങളാണിവ. തെക്ക് ദിശയിൽ മതിലുള്ള

പ്പോൾ ഒരു കൂട്ടം അതിർത്തി കോശങ്ങൾ വൈദ്യുതി പുറപ്പെടുവിക്കുമ്പോൾ വടക്കന് മതിലെങ്കിൽ മറ്റൊരു കൂട്ടം അതിർത്തി കോശങ്ങൾ വൈദ്യുതി പുറപ്പെടുവിക്കുന്നു. ഒരു വലിയ കുഴിയുടെ മുൻപിൽ നമ്മൾ നടത്തം അവസാനിപ്പിക്കുന്നത് അതിർത്തി കോശങ്ങൾ അവയെ തിരിച്ചറിയുന്നത് കൊണ്ടാണ്. അല്ലെങ്കിൽ ആ അതിർത്തി തിരിച്ചറിയാതെ നമ്മൾ വീണ്ടും മുൻപോട്ടു തന്നെ നടക്കും. ഇതുകൂടാതെ ഹെഡ് ഡയറക്ഷൻ കോശങ്ങൾ എന്ന നാലാമത്തെ തരം കോശങ്ങൾ കൂടിയുണ്ട്. പേര് സൂചിപ്പിക്കുന്നതുപോലെ, ഒരു മൃഗത്തിന്റെ തലയുടെ ദിശയ്ക്കനുസരിച്ചാണ് ഈ കോശങ്ങൾ പ്രവർത്തിക്കുന്നത്. നമ്മൾ മുഖം ഓരോ ദിശയിലേക്കും തിരിക്കുന്നതനുസരിച്ചു വിവിധ കോശങ്ങൾ പ്രവർത്തിക്കുന്നു. ഈ കോശങ്ങളുടെ സഹായത്തോടെ നമ്മൾ ഏതു ദിശയിലേക്കാണ് നടക്കുന്നതെന്നും നമ്മുടെ മുൻ–പിൻ ഭാഗങ്ങൾ എവിടെയാണെന്നും തലച്ചോറിന് മനസ്സിലാവുന്നു. എന്നാൽ, ഈ കോശങ്ങൾ മാത്രം പോരാ നമ്മുടെ സുഗമമായ നാവിഗേഷന്.

നമ്മുടെ വീട്ടിലേക്കു തിരയുന്ന വഴിയുടെ തുടക്കത്തിൽ, അല്ലെങ്കിൽ നമുക്ക് പരിചിതമായ ഓരോ സ്ഥലത്തേക്കുള്ള വഴിയിലും ഒരു പ്രത്യേക അടയാളമുണ്ടെന്ന് (അത് പോസ്റ്റാവാം, മതിലിന്റെ നിറമാവാം, ഒരു ബസ് സ്റ്റോപ്പാവാം) നമ്മുടെ മസ്തിഷ്കം ഈ ആന്തരിക ഭൂപടത്തിൽ അടയാളപ്പെടുത്താറുണ്ട്. ഈ സ്ഥിരമായ ലാൻഡ്മാർക്കുകൾ തിരിച്ചറിയാനും സംയോജിപ്പിക്കാനുമുള്ള കഴിവ് ആന്തരിക ഭൂപടം തയാറാക്കുന്നതിൽ അവിശ്വസനീയമാംവിധം പ്രധാനമാണ്. പരിചിതമായ ലാൻഡ്മാർക്കുകൾ തിരിച്ചറിയാനുള്ള നമ്മുടെ കഴിവ് നാവിഗേഷനും വളരെ പ്രധാനമാണ്. റിട്രോസ്പ്ലേനിയൽ കോർട്ടെക്സ് (Retrosplenial cortex) എന്ന മസ്തിഷ്കത്തിന്റെ ഒരു ഭാഗമാണ് ഇത് സാധ്യമാക്കുന്നത്. അതിന് കേടുപാടുകൾ സംഭവിക്കുമ്പോൾ നമ്മുടെ നാവിഗേഷൻ കാര്യമായി ബാധിക്കപ്പെടും.

പൂർണ മസ്തിഷ്ക ആരോഗ്യമുള്ള ഐറിയയുടെ രോഗികൾക്കെന്തുകൊണ്ടാണ് ദിശാബോധം ഇല്ലാത്തത് ? ആരോഗ്യമുള്ള ആളുകളുടെ തലച്ചോർ സ്കാൻ ചെയ്ത്, ഓറിയന്റേഷനും നാവിഗേഷനും പ്രാധാന്യമുള്ളതായി അറിയപ്പെടുന്ന വ്യത്യസ്ത മസ്തിഷ്ക മേഖലകൾ പരസ്പരം ആശയവിനിമയം നടത്തുന്നതെങ്ങനെ എന്നന്വേഷിച്ചുകൊണ്ടാണ് ഐറിയ ഈ ചോദ്യത്തിന് ഉത്തരം അന്വേഷിച്ചത്. ഈ വ്യത്യസ്ത മസ്തിഷ്ക മേഖലകൾ ഏറ്റവും നന്നായി ആശയ വിനിമയം നടത്തുമ്പോഴാണ് നമ്മുടെ ഓറിയന്റേഷനും നാവിഗേഷനും മെച്ചപ്പെടുന്നത് എന്നദ്ദേഹം കണ്ടെത്തി. തലച്ചോറിന്റെ എല്ലാ മേഖലകൾ തമ്മിലും ഉയർന്ന തലത്തിലുള്ള ആശയവിനിമയം നാവിഗേഷനിൽ ഉൾപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. ഈ ആശയത്തെ നെറ്റ്വർക്ക് സിദ്ധാന്തം എന്ന് വിളിക്കുന്നു. തലച്ചോറിന്റെ വിവിധ ഭാഗങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള പരസ്പര ആശയവിനിമയ ആരോഗ്യമാണ്, ഓരോ മസ്തിഷ്ക ഭാഗത്തിന്റെയും ആരോഗ്യത്തെക്കാൾ പ്രധാനമെന്നതാണ് ഈ സിദ്ധാന്തത്തിന്റെ കാതൽ. തന്റെ രോഗികളുടെ കാര്യത്തിൽ ഈ ആശയവിനിമയം കുറവാണെന്ന് ഐറിയ കണ്ടെത്തി. ചില ആളുകൾക്ക് ഒരു മാനസിക ഭൂപടം രൂപപ്പെടുത്താനുള്ള വൈദഗ്ധ്യമില്ല. മറ്റു ചിലർക്ക് ഈ വൈദഗ്ധ്യത്തിനു കുറവില്ല എന്നാൽ, ആന്തരിക ഭൂപടം തയ്യാറാക്കാനായി വിവരങ്ങൾ ശേഖരിക്കുന്ന പ്രക്രിയയിൽ എവിടെയോ പിശകുകൾ കുമിഞ്ഞുകൂടുന്നു, വിവരങ്ങൾ നഷ്ടപ്പെടുന്നു, പെട്ടെന്ന് മാപ്പ് മാറുന്നു. ഈ രണ്ടു കൂട്ടർക്കും ദിശാബോധം പ്രശ്നമാവും. ആദ്യത്തെ കൂട്ടർക്ക് ദിശാബോധം പൂർണമായി നഷ്ടപ്പെടുമ്പോൾ, രണ്ടാമത്തെ കൂട്ടർക്കാവട്ടെ, ചില നേരങ്ങളിൽ മാത്രമേ നഷ്ടമാകൂ. തന്റെ രോഗികൾക്ക് ഈ അവസ്ഥയിൽ നിന്നും എങ്ങനെ ആശ്വാസം നൽകാം എന്ന ഗവേഷണം ഗ്യൂസെപ്പെ ഐറിയ തുടർന്നുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു.

2014–ലെ വൈദ്യശാസ്ത്ര നൊബേൽ സമ്മാനം മസ്തിഷ്കത്തിന്റെ ഈ അന്തരിക ഭൂപടം തയ്യാറാക്കുന്ന പ്രക്രിയയ്ക്ക് കാരണമാകുന്ന കോശങ്ങളുടെ കണ്ടെത്തലുകൾക്കായിരുന്നു. സമ്മാന തുകയുടെ ഒരു പകുതി ജോൺ ഓ'കീഫിനും മറ്റേ പകുതി മെയ്–ബ്രിറ്റ് മോസർ, എഡ്വാർഡ് മോസർ എന്നിവർക്ക് സംയുക്തമായുമാണ് നൽകപ്പെട്ടത്.■

(ചിറ്റൂർ ഗവണ്മെന്റ് കോളേജ് രസതന്ത്രം അധ്യാപകനും ശാസ്ത്രഗതിയുടെ അസ്സോസിയേറ്റ് എഡിറ്ററുമായ ലേഖകൻ കേരള ശാസ്ത്രസാഹിത്യ പരിഷത്ത് പത്തനംതിട്ട ജില്ലാ സമ്മേളനം ഉദ്ഘാടനം ചെയ്തുകൊണ്ട് നടത്തിയ പ്രഭാഷണത്തിന്റെ സംക്ഷിപ്തരൂപം)

ഇമെയിൽ:
retheesh.krishnan@gmail.com
ഫോൺ: 85890 25714

References

1. Iaria, G., et al., "Developmental Topographical Disorientation: Case One," Neuropsychologia, 47(1), 2009, pp. 30-40.
2. Maguire, E. A., et al., "Navigation-Related Structural Change in the Hippocampi of Taxi Drivers," PNAS, 97(8), 2000, pp. 4398-403.
3. Woollett, K., and Maguire, E. A., "Acquiring 'the Knowledge' of London's Layout Drives Structural Brain Changes," Current Biology, 21(24), 2011, pp. 2109-14.
4. O'Keefe, J., "A Review of the Hippocampal Place Cells," Progress in Neurobiology, 13(4), 1979, pp. 419-39.
5. Hafting, T., et al., "Microstructure of a Spatial Map in the Entorhinal Cortex," Nature, 436, 2005, pp. 801-6.
6. Woollett, K., et al., "Talent in the Taxi: A Model System for Exploring Expertise," Philosophical Transactions of the Royal Society B, 364, 2009, pp. 1407-16.

കേരളത്തിൽ തീരദേശ പരിപാലന നിയമവുമായി ബന്ധപ്പെട്ട വിധിന്യായങ്ങൾ

അഡ്വ. നേഹ മിറിയം കുരിയൻ

- **പരിസ്ഥിതി വിധിന്യായങ്ങൾ എന്ന ലേഖനപരമ്പരയിലൂടെ പരിസ്ഥിതി പ്രവർത്തകർ അറിഞ്ഞിരിക്കേണ്ട സുപ്രധാന കോടതി വിധികളും അവ സംബന്ധിച്ചുണ്ടായ തുടർ നടപടികളും പരിചയപ്പെടുത്തുകയാണ്.**
- **ഈ ലക്കത്തിൽ ഏറെ ജനശ്രദ്ധ പിടിച്ചുപറ്റിയ മരട് പഞ്ചായത്തിലെ പൊളിച്ചു നീക്കാനിടവന്ന ഫ്ളാറ്റുകളുടെ തീരദേശ പരിപാലന നിയമലംഘനവും ആ കേസിന്റെ വിശദാംശങ്ങളും ചർച്ച ചെയ്യുന്നു.**

ആഗോളതാപനത്തിന്റെ ഫലമായി ഉണ്ടാകാൻ പോകുന്ന സമുദ്രജല നിരപ്പിന്റെ ഉയർച്ചക്കെതിരെ ഇന്ത്യക്ക് ഒരു സുരക്ഷാ കവചമൊരുക്കുവാനും ഇന്ത്യയിലെ മത്സ്യത്തൊഴിലാളികളുടെയും തീരദേശ ജനങ്ങളുടെയും തീരദേശത്തെ അവകാശങ്ങൾക്ക് നിയമസാധുത നൽകാനുമായി കൊണ്ടുവന്ന അതിപ്രസക്തമായ വിജ്ഞാപനമാണ് തീരദേശ പരിപാലന വിജ്ഞാപനം. പരിസ്ഥിതി സംരക്ഷണ നിയമം 1986-ലെ വകുപ്പ് 3 അനുസരിച്ച് ഈ വിജ്ഞാപനം ആദ്യം കേന്ദ്ര സർക്കാർ കൊണ്ടുവന്നത് 1991-ൽ ആയിരുന്നു. 2011-ലും തുടർന്ന് 2019-ലും അത് പുനർ വിജ്ഞാപനം ചെയ്തു. തീരദേശത്തെ നിർമാണ പ്രവർത്തനങ്ങളേയും മറ്റ് പദ്ധതികളേയും സോണുകൾ ആയി തിരിച്ചതിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ നിയന്ത്രണങ്ങൾ ഏർപ്പെടുത്താൻ വേണ്ടി കൊണ്ടുവന്ന ഈ വിജ്ഞാപനത്തെ ആസ്പദമാക്കി പല കോടതി വിധികൾ വന്നിട്ടുണ്ട്. ഈ വിധിന്യായങ്ങൾ ഒരു പരമ്പരയുടെ രൂപത്തിൽ അവതരിപ്പിക്കാനാണ് ഇവിടെ ലക്ഷ്യമിടുന്നത്.

കേരള സ്റ്റേറ്റ് കോസ്റ്റൽ സോൺ മാനേജ്മെന്റ് അതോറിറ്റി വെർസസ് ദ് സ്റ്റേറ്റ് ഓഫ് കേരള മരട് മുനിസിപ്പാലിറ്റി ആൻഡ് അദർസ് [(2019) 7SC C 248]

2019 മാർച്ചിൽ സുപ്രീം കോടതി വിധി നൽകിയ ഈ കേസ് മരട് മുനിസിപ്പാലിറ്റിയിൽ വേമ്പനാട്ട് കായലിന്റെ തീരത്ത് തീരദേശ പരിപാലന മേഖലയിൽ ഉൾപ്പെട്ടിരിക്കുന്ന 4 ഫ്ളാറ്റുകളെ സംബന്ധിച്ചായിരുന്നു. അവ തീരദേശ പരിപാലന നിയമം ലംഘിച്ചാണ് നിർമിച്ചിരിക്കുന്നതെന്നും അനുമതി എടുക്കാതെയാണ് നിർമിച്ചത് എന്നുമായിരുന്നു സുപ്രീംകോടതിയിൽ പരാതി നൽകിയ തീരദേശ പരിപാലന അതോറിറ്റിയുടെ വാദം. വസ്തുതകൾ കേട്ട കോടതി അതോറിറ്റിയുടെ വാദം അംഗീകരിക്കയും 4 കമ്പനികളുടെ കെട്ടിടങ്ങളും പൊളിച്ച് മാറ്റാൻ ഉത്തരവിടുകയുമായിരുന്നു.

പശ്ചാത്തലം

2006 കാലയളവിൽ മരട് പഞ്ചായത്ത് വേമ്പനാട്ട് കായലിന്റെ തീരത്ത് സ്ഥിതിചെയ്തിരുന്ന 5 കെട്ടിട നിർമാണ കമ്പനികൾക്ക് ഷോകോസ് നോട്ടീസ് കൊടുത്തതിൽ നിന്നാണ് ഈ കേസിന്റെ ആരംഭം. 5 കെട്ടിട കമ്പനികളിൽ ഒരെണ്ണം കെട്ടിടം പണി നടത്തിയില്ല; എന്നാൽ, മറ്റ് 4 കമ്പനികളും നിർമാണം നടത്തി. ഇവ ഹോളി ഫെയ്ത്ത്, ആൽഫ സറീൻ, ഗോൾഡൻ കായലോരം, ജെയിൻ കോറൽ കോവ് എന്നീ കമ്പനികളുടെ കെട്ടിടങ്ങൾ ആയിരുന്നു. ഇവയെല്ലാം തീരദേശ പരിപാലന വിജ്ഞാപനം അനുസരിച്ച് എടുക്കേണ്ടിയിരുന്ന അനുമതി തീരദേശ പരിപാലന അതോറിറ്റിയിൽ നിന്നും കരസ്ഥമാക്കാതെയാണ് പണി നടത്തുന്നതെന്നും നിലവിലുണ്ടായിരുന്ന നിയമമനുസരിച്ച് കെട്ടിടങ്ങൾ നിൽക്കുന്ന പ്രദേശത്ത് ഈ രീതിയിലുള്ള നിർമാണ പ്രവർത്തനങ്ങൾ സാധ്യമല്ല എന്നുമായിരുന്നു ഷോകോസ് നോട്ടീസിന്റെ സാരാംശം.

എന്നാൽ, ഈ കമ്പനികൾ മേൽപ്പറഞ്ഞ നോട്ടീസിന് മറുപടി നൽകാതെ തന്നെ, നോട്ടിസിനെതിരെ ഹൈക്കോടതിയെ സമീപിക്കുകയായിരുന്നു. കോടതിയുടെ സിംഗിൾ ജഡ്ജ് അവർക്ക് അനുകൂലമായി വിധിച്ചു, അത് ഡിവിഷൻ ബെഞ്ചിന്റെ മുന്നിൽ എത്തി, അവിടെയും കമ്പനികളെ ശിക്ഷിക്കേണ്ടതില്ല; തെറ്റ് കെട്ടിടം നിർമിക്കാൻ പെർമിറ്റ് നൽകിയ പഞ്ചായത്തിന്റേതാണ് എന്നായിരുന്നു കോടതിയുടെ തീരുമാനം. എന്നാൽ, ഈ ഘട്ടത്തിൽ സുപ്രീം കോടതിയിൽ തീരദേശ അതോറിറ്റി സ്പെഷ്യൽ ലീവ് പെറ്റിഷൻ ഫയൽ ചെയ്യുകയും കേസ് സുപ്രീം കോടതിയുടെ മുന്നിൽ എത്തുകയുമായിരുന്നു.

നിയമവ്യവസ്ഥ

തീരദേശ പരിപാലന വിജ്ഞാപനം 1991-ലും പിന്നീട് 2011-ലും ഏറ്റവും അടുത്തായി 2019-ലും പുനർവിജ്ഞാപനം നടത്തിയിട്ടുണ്ട്. പ്രസ്തുത കേസിന് ആധാരമായത് വിജ്ഞാപനത്തിന് കീഴിൽ എടുക്കേണ്ട അനുമതി എടുക്കാതെയാണ് കെട്ടിടങ്ങൾ നിർമിച്ചത് എന്ന് ആരോപിച്ചുകൊണ്ട് 2007-ൽ മരട് പഞ്ചായത്ത് കമ്പനികൾക്ക് നൽകിയ ഷോ കോസ് നോട്ടീസ് ആയിരുന്നു. അനുമതി ഇല്ലാതെ കെട്ടിടങ്ങൾ നിർമിച്ചത് അനധികൃതമായിട്ടാണ് എന്നും, കൂടാതെ തീരദേശ പരിപാലന വിജ്ഞാപനം അനുസരിച്ച് CRZ III ആയ ഈ പ്രദേശത്ത് ഈ രീതിയിലുള്ള നിർമാണ പ്രവർത്തനങ്ങൾ സാധ്യമല്ല എന്നുമായിരുന്നു ഷോ കോസ് നോട്ടീസിൽ പറഞ്ഞിരുന്നത്. എന്നാൽ, കെട്ടിടനിർമാണ ചട്ടങ്ങൾക്ക് കീഴിൽ വേണ്ട അനുമതി കിട്ടിയിട്ടുണ്ട് എന്നും, കെട്ടിട നിർമാണ പെർമിറ്റ് നൽകിയ പഞ്ചായത്ത് ആയിരുന്നു തീരദേശ വിജ്ഞാപനത്തിന് കീഴിലെ അനുമതി ലഭിച്ചോ ഇല്ലയോ എന്ന് ഉറപ്പ് വരുത്തേണ്ടിയിരുന്നത് എന്നുമായിരുന്നു ഷോ കോസ് നോട്ടീസിന് എതിരെ കോടതിയെ സമീപിച്ച കമ്പനികളുടെ വാദം.

പിന്നെ കേസ് ഹൈക്കോടതിയിൽ നിന്നും സുപ്രീം കോടതിയുടെ മുന്നിൽ എത്തിയപ്പോൾ കോടതിയുടെ മുൻപിൽ ഉണ്ടായിരുന്ന രണ്ട് പ്രധാന ചോദ്യങ്ങൾ ഇവയായിരുന്നു; ഒന്ന്, പ്രസ്തുത കെട്ടിടങ്ങൾ ഏത് CRZ മേഖലയിലാണ് സ്ഥിതി ചെയ്തിരിക്കുന്നത്, രണ്ട്, കെട്ടിട നിർമാണ ചട്ടങ്ങൾക്ക് കീഴിൽ അനുമതി ലഭിച്ചു എന്നത് കെട്ടിടത്തിന് ഏത് രീതിയിലുള്ള സാധുതയാണ് നൽകുന്നത്.

ഇതിൽ ആദ്യത്തെ ചോദ്യത്തിന് കീഴ് കോടതികൾ കൃത്യമായ ഒരു ഉത്തരം കണ്ടെത്തിയിട്ടില്ല എന്നതായിരുന്നു സുപ്രീം കോടതിയുടെ നിഗമനം. അതിനാൽ, സുപ്രീം കോടതി ആ ചോദ്യത്തിന് ഉത്തരം കണ്ടെത്താൻ ഒരു മൂന്നംഗ വിദഗ്ധ സമിതിയെ രൂപീകരിച്ചു. വസ്തുതകൾ പരിശോധിച്ച സമിതിയുടെ കണ്ടെത്തൽ പ്രസ്തുത കെട്ടിടങ്ങൾ CRZ III, അതായത് കൃത്യമായ നിയന്ത്രണങ്ങൾ നിലനിൽക്കുന്ന പ്രദേശത്താണ് സ്ഥിതിചെയ്തിരിക്കുന്നത് എന്നായിരുന്നു. സമിതിയുടെ കണ്ടെത്തലുകളും നിയമവും പരിശോധിച്ച കോടതി എത്തിയ കണ്ടെത്തലുകൾ ഇങ്ങനെ ആയിരുന്നു: പഞ്ചായത്തായിരുന്ന മരട് 2010-ൽ മുനിസിപ്പാലിറ്റി ആയി മാറിയെങ്കിലും, അതിനാൽ മാത്രം CRZ III എന്നത് CRZ II ആവില്ല; പ്രസ്തുത തീരദേശ വിജ്ഞാപനത്തിന് കീഴിൽ നിലവിലുള്ള അംഗീകൃത ഭൂപടത്തിൽ പ്രദേശം ഇപ്പോഴും CRZ III ആണ്; പ്രസ്തുത കെട്ടിടങ്ങൾ നിലവിൽ വന്നപ്പോൾ തീരദേശ വിജ്ഞാപനം 1991 ആയിരുന്നു ബാധകം, അതിനാൽ, കെട്ടിടങ്ങളുടെ സാധുത പരിഗണിക്കുന്നതിന് ആ നിയമം ആണ് പരിശോധിക്കേണ്ടത്.

1991-ലെ വിജ്ഞാപനം അനുസരിച്ച് അതിതീവ്ര ദുർബല മേഖലക

ളിലെ നിർമാണ വിലക്ക് വേലിയേറ്റ രേഖയിൽ നിന്നും 200 മീറ്റർ പരിധിയാണ് നിർദേശിച്ചിട്ടുള്ളതെങ്കിലും വേമ്പനാട്ട് കായലിന്റെ തീരത്ത് ഒരു രീതിയിലുമുള്ള പുതിയ നിർമാണങ്ങളും വേലിയേറ്റ രേഖയിൽ നിന്നും 100 മീറ്റർ വരെ പാടില്ല എന്നതാണ് അംഗീകരിക്കപ്പെട്ട പ്ലാൻ അനുസരിച്ചുള്ള നിയമം. നിലവിലുള്ള അംഗീകൃത കെട്ടിടങ്ങൾക്ക് എഫ്.എസ്.ഐ റേഷ്യോ (ഫ്ളോർ ഏരിയ റേഷ്യോ) മാറാത്ത വിധം അറ്റകുറ്റപ്പണികൾ ചെയ്യുവാൻ മാത്രമേ സാധിക്കുകയുള്ളൂ. ഇങ്ങനെ തീരദേശ മേഖല III ആയി പ്രഖ്യാപിച്ചിരിക്കുന്ന പ്രദേശത്ത് തീരദേശ അനുമതി എടുക്കാതെ അനധികൃതമായാണ് കെട്ടിടങ്ങൾ നിർമിച്ചിരിക്കുന്നത് എന്നതായിരുന്നു കമ്പനികൾക്ക് എതിരെയുള്ള പ്രധാന കണ്ടെത്തൽ. ഇവിടെ പഞ്ചായത്തിന്റെ കെട്ടിട നിർമാണ പെർമിറ്റ് ലഭിച്ചു എന്നതുകൊണ്ട് മാത്രം കെട്ടിടത്തിന് ഒരു രീതിയിലുമുള്ള നിയമ സാധുതയുമില്ല എന്നതായിരുന്നു കോടതിയുടെ നിലപാട്. ഇതിനാൽത്തന്നെ, അനധികൃതമായ പ്രസ്തുത കെട്ടിടങ്ങൾ ഒരു മാസത്തിനകം പൊളിച്ചു മാറ്റാനാണ് കേരള സർക്കാരിന് കോടതി കൊടുത്ത നിർദേശം.

നിരീക്ഷണം

ഈ കേസ് കേരളത്തെ സംബന്ധിച്ചും ഇന്ത്യയെത്തന്നെ സംബന്ധിച്ചും വളരെ സുപ്രധാനമാണ്. തീരദേശ പരിപാലന വിജ്ഞാപനത്തെക്കുറിച്ച് കേരളം ഉടനീളം ചർച്ച നടക്കാൻ കാരണമായ കേസാണിത്. മുൻപും തീരദേശ വിജ്ഞാപനത്തിന്റെ ലംഘനത്തിനെതിരെ കോടതി കെട്ടിടങ്ങൾ പൊളിക്കാൻ ഉത്തരവ് നൽകിയിട്ടുണ്ടെങ്കിലും ആദ്യമായിട്ടായിരുന്നു ഇത്രയും വലിയ കെട്ടിടങ്ങൾ, പ്രത്യേകിച്ചും ജനങ്ങളെ, അതായത് കെട്ടിടങ്ങളിൽ താമസിക്കുന്ന ജനങ്ങളെ ഇത്രയും അധികം ബാധിക്കുന്ന രീതിയിലുള്ള ഒരു വിധി വരുന്നത്. ജനങ്ങളുടെ സ്വന്തെന്നു കരുതുന്ന ഫ്ളാറ്റുകളെ ബാധിച്ചപ്പോഴാണ് ഈ കേസിനു മുഖ്യധാരാ മാധ്യമങ്ങളിലും പൊതുസമൂഹത്തിലും വളരെയധികം ശ്രദ്ധ ലഭിച്ചതെങ്കിലും, ഇതിൽ താമസ്സക്കാർക്കു ലഭിക്കാനുള്ള നഷ്ടപരിഹാരം, മറ്റ് അവകാശങ്ങൾ എന്നിവയെക്കുറിച്ചുള്ള ചോദ്യങ്ങൾ ഈ കുറിപ്പിൽ പരിശോധിക്കുന്നില്ല. അതു സംബന്ധമായ കേസുകൾ ഇന്നും കോടതികളിൽ നടന്നുകൊണ്ടിരിക്കുകയാണ്.

എന്നാൽ, ഈ വിധിയുടെ പരിസ്ഥിതി സംബന്ധമായ പരിധിയിൽ മാത്രം നിന്നുകൊണ്ട് പരിശോധിക്കേണ്ട ചില ചോദ്യങ്ങൾ ഇപ്പോഴും നിലനിൽക്കുന്നുണ്ട്. ഇതിൽ പ്രധാനമായും തദ്ദേശ സ്വയംഭരണ സ്ഥാപനങ്ങളുടെ ചുമതലയാണ് പരിശോധിക്കപ്പെടേണ്ടത്. കെട്ടിട പെർമിറ്റ് നൽകുമ്പോൾ തദ്ദേശ സ്വയംഭരണ സ്ഥാപനങ്ങൾ എന്തെല്ലാം ഉറപ്പ് വരുത്തണമെന്നും എന്തിനെല്ലാം തക്കതായ നടപടികൾ സ്വീകരിക്കണം എന്നതും ഇതിൽ ശ്രദ്ധിക്കപ്പെടാതെ പോയി. പ്രസ്തുത കേസിൽ അനധികൃതമായി പണിഞ്ഞ കെട്ടിടത്തെ നിയമത്തിന്റെ മുൻപിൽ കൊണ്ടുവന്നു എങ്കിലും, ഇതുപോലെ അനധികൃതമായി കെട്ടിയിട്ടുള്ള അനേകം കെട്ടിടങ്ങൾ കേരളത്തിൽ ഇന്ന് നിലനിൽക്കുന്നു എന്നത് ഈ കേസിന്റെ ബാക്കിയായി കോടതിയിൽ വന്ന രേഖകളിൽനിന്നു തന്നെ വ്യക്തമാണ്.

എന്നാൽ, പണിതുകഴിഞ്ഞ കെട്ടിടങ്ങൾ പൊളിക്കുക എന്നത് ഒരിക്കലും ഒരു ശാശ്വത പരിഹാരമല്ല. അതിനു പകരം, കെട്ടിടം കെട്ടുന്നതിനു മുമ്പുതന്നെ പ്രാദേശിക തലത്തിൽ അധികാരവും ഉദ്യോഗസ്ഥരുമുള്ള ഒരു അതോറിറ്റി തന്നെ അത് ഉറപ്പ് വരുത്തേണ്ടതാണ്. അതിന് ഏറ്റവും ഉചിതം തദ്ദേശ സ്വയംഭരണ സ്ഥാപനങ്ങൾ തന്നെയാണ്. തീരദേശ പരിപാലന അതോറിറ്റിയുടേത് അവരുടെ മുൻപിൽ അനുമതിക്കായി വരുന്ന ആപ്ലിക്കേഷനുകൾ പരിശോധിച്ച് അനുമതി വേണോ വേണ്ടയോ എന്ന് തീരുമാനിക്കുക എന്ന പരിമിതമായ ചുമതല മാത്രമാണ്. അനുമതിക്ക് അവരുടെ മുൻപിൽ വരാത്ത കെട്ടിടങ്ങളുടെ കാര്യത്തിൽ നടപടി സ്വീകരിക്കുവാനുള്ള അധികാരമോ സാഹചര്യമോ ഇല്ല. അതിനാൽ, ആ ഉത്തരവാദിത്തം എടുക്കേണ്ടത് തദ്ദേശ സ്വയംഭരണ സ്ഥാപനങ്ങൾ തന്നെയാണ്. പ്രദേശത്തെ കാലാവസ്ഥക്കും മറ്റ് പാരിസ്ഥിതിക- സാമൂഹിക-സാമ്പത്തിക പരിഗണനകൾക്കനുസരിച്ചും നിലവിലുള്ള നിയമങ്ങൾ അനുസരിച്ച് മാസ്റ്റർപ്ലാൻ പോലെയുള്ള ഉപാധികൾ ഉപയോഗിച്ച് അനുയോജ്യമായ വികസന പ്രവർത്തനങ്ങൾ തദ്ദേശ സ്വയംഭരണ സ്ഥാപനങ്ങൾക്ക് ആസൂത്രണം ചെയ്യാവുന്നതാണ്, ചെയ്യേണ്ടതുമാണ്. എന്നാൽ മാത്രമേ, പരിസ്ഥിതി ലോലമായ ജനസാന്ദ്രതയുള്ള കേരളം പോലെയുള്ള ഒരു സംസ്ഥാനത്തിന് സുസ്ഥിര ഭാവിയിലേക്ക് ചുവടുവെക്കുവാൻ സാധിക്കുകയുള്ളൂ.■

> കെട്ടിടം കെട്ടുന്നതിനു മുമ്പുതന്നെ പ്രാദേശിക തലത്തിൽ അധികാരവും ഉദ്യോഗസ്ഥരുമുള്ള ഒരു അതോറിറ്റി തന്നെ അത് ഉറപ്പ് വരുത്തേണ്ടതാണ്. അതിന് ഏറ്റവും ഉചിതം തദ്ദേശ സ്വയംഭരണ സ്ഥാപനങ്ങൾ തന്നെയാണ്. തീരദേശ പരിപാലന അതോറിറ്റിയുടേത് അവരുടെ മുൻപിൽ അനുമതിക്കായി വരുന്ന അപ്ലിക്കേഷനുകൾ പരിശോധിച്ച് അനുമതി വേണോ വേണ്ടയോ എന്ന് തീരുമാനിക്കുക എന്ന പരിമിതമായ ചുമതല മാത്രമാണ്. അനുമതിക്ക് അവരുടെ മുൻപിൽ വരാത്ത കെട്ടിടങ്ങളുടെ കാര്യത്തിൽ നടപടി സ്വീകരിക്കുവാനുള്ള അധികാരമോ സാഹചര്യമോ ഇല്ല. അതിനാൽ തന്നെ ആ ഉത്തരവാദിത്തം എടുക്കേണ്ടത് തദ്ദേശ സ്വയംഭരണ സ്ഥാപനങ്ങൾ തന്നെയാണ്. പ്രദേശത്തെ കാലാവസ്ഥക്കും മറ്റ് പാരിസ്ഥിതിക- സാമൂഹ്യ- സാമ്പത്തിക പരിഗണനകൾക്കനുസരിച്ചും നിലവിലുള്ള നിയമങ്ങൾ അനുസരിച്ച് മാസ്റ്റർ പ്ലാൻ പോലെയുള്ള ഉപാധികൾ ഉപയോഗിച്ച് അനുയോജ്യമായ വികസന പ്രവർത്തനങ്ങൾ തദ്ദേശ സ്വയംഭരണ സ്ഥാപനങ്ങൾക്ക് ആസൂത്രണം ചെയ്യാവുന്നതാണ്, ചെയ്യേണ്ടതുമാണ്. എന്നാൽ മാത്രമേ പരിസ്ഥിതി ലോലമായ ജനസാന്ദ്രതയുള്ള കേരളം പോലെയുള്ള ഒരു സംസ്ഥാനത്തിന് സുസ്ഥിര ഭാവിയിലേക്ക് ചുവടുവെക്കുവാൻ സാധിക്കുകയുള്ളൂ

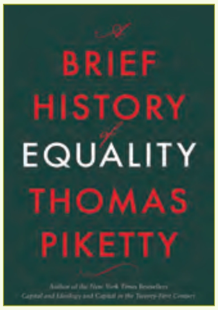
ഇമെയിൽ: nehamkurian@gmail.com
ഫോൺ: 8891946654

എൻ.ഇ. ചിത്രസേനൻ
ഇമെയിൽ: chithran@gmail.com
ഫോൺ: 9447811555

A Brief History of Equality

ഇരുപതാം നൂറ്റാണ്ടിലെ ഏറ്റവും ശ്രദ്ധേയമായ സാമൂഹിക ശാസ്ത്രപുസ്തകം എന്നറിയപ്പെടുന്ന Capital in the Twenty First century എഴുതിയ പ്രശസ്ത സാമ്പത്തിക ശാസ്ത്രജ്ഞൻ തോമസ് പിക്കറ്റിയുടെ പുതിയ പുസ്തകമാണ് Brief History of Equality. പ്രതിസന്ധികൾ, ദുരന്തങ്ങൾ, പിന്മാറ്റങ്ങൾ എന്നിവയ്ക്കിടയിലും സമത്വത്തിലേക്കുള്ള മനുഷ്യപുരോഗതിയുടെ സംക്ഷിപ്തവും വ്യാപകവും ആശ്ചര്യപ്പെടുത്തുന്നതുമായ ശുഭാപ്തിവിശ്വാസമുള്ള ഒരു ചരിത്രമാണ് തോമസ് പിക്കറ്റി ഈ പുസ്തകത്തിലൂടെ അവതരിപ്പിക്കുന്നത്.

മുതലാളിത്തത്തിന്റെ വളർച്ച, വിപ്ലവങ്ങൾ, സാമ്രാജ്യത്വം, അടിമത്തം, യുദ്ധങ്ങൾ, ക്ഷേമരാഷ്ട്രം കെട്ടിപ്പടുക്കൽ തുടങ്ങിയ ആധുനിക ലോകത്തെ മികച്ചതും മോശവുമാക്കിയ മഹത്തായ പ്രസ്ഥാനങ്ങളിലൂടെ പിക്കറ്റി ചാരുതയോടെയും സംക്ഷിപ്തതയോടെയും ഈ പുസ്തകത്തിൽ അവതരിപ്പിക്കുന്നു. ഇത് അക്രമത്തിന്റെയും സാമൂഹിക പോരാട്ടത്തിന്റെയും ചരിത്രമാണ്, തിരിച്ചടിയും ദുരന്തവും അടങ്ങിയത്. എന്നാൽ ഇതിലൂടെ, മനുഷ്യ സമൂഹങ്ങൾ വരുമാനത്തിന്റെയും ആസ്തികളുടെയും കൂടുതൽ നീതിയുക്തമായ വിതരണത്തിലേക്കും വംശീയവും ലിംഗപരവുമായ അസമത്വങ്ങൾ കുറയ്ക്കുന്നതിനും ആരോഗ്യ സംരക്ഷണം, വിദ്യാഭ്യാസം, പൗരത്വ അവകാശങ്ങൾ എന്നിവയിലേക്കുള്ള കൂടുതൽ പ്രവേശനത്തിനും അനുയോജ്യമായ രീതിയിൽ നീങ്ങിയതായി പിക്കറ്റി കാണിക്കുന്നു. ഇതിന്റെ പരുക്കൻ മുന്നേറ്റം രാഷ്ട്രീയവും പ്രത്യയശാസ്ത്രപരവുമാണ്, അനീതിക്കെതിരായ അനന്തമായ



പോരാട്ടമാണ്. സമത്വം ശാശ്വതമായ ഒരു യാഥാർഥ്യമാക്കാൻ കഴിയുന്ന സ്ഥാപനപരവും നിയമപരവും സാമൂഹികവും ധനപരവും വിദ്യാഭ്യാസപരവുമായ സമ്പ്രദായങ്ങളോട് നമ്മൾ പഠിക്കുകയും പ്രവർത്തിക്കുകയും ചെയ്യണമെന്ന് പിക്കറ്റി വാദിക്കുന്നു. അതോടൊപ്പം, ചരിത്രപരമായ ഓർമക്കുറവിനെയും സാംസ്കാരിക വിഘടനവാദത്തിന്റെയും ബൗദ്ധിക വിഭജനത്തിന്റെയും പ്രലോഭനങ്ങളെയും നാം ചെറുക്കേണ്ടതുണ്ട്.

A Brief History of Equality by **Thomas Piketty**
Harward University Press 2022
ISBN 9780674279087 Price: Rs 699.00

Otherlands: A World in the Making

ഇന്നത്തെ നാം ജീവിക്കുന്ന ചുറ്റുപാടുകളെ (പ്രകൃതിയെ) നാം മനസ്സിലാക്കുമ്പോഴും അനുഭവിക്കുമ്പോഴും എന്നപോലെ പ്രാചീനകാല ഭൂപ്രകൃതികൾ അനുഭവിച്ചാൽ എങ്ങനെയിരിക്കും? യഥാർഥത്തിൽ ജുറാസിക് അല്ലെങ്കിൽ കേംബ്രിയൻ ലോകങ്ങൾ സന്ദർശിക്കാൻ, അവയുടെ അതിശയകരമായ സസ്യജന്തുജാലങ്ങൾക്കിടയിൽ അലഞ്ഞുതിരിയാൻ, അവയുടെ ഭൂഖണ്ഡാന്തര ഷിഫ്റ്റുകൾക്ക് സാക്ഷ്യം വഹിക്കാൻ? എന്നൊക്കെ നാം ചിന്തിക്കാറില്ലേ? ഇതിനുള്ള ഒരു ശ്രമമാണ് ബഹുമുഖ പ്രതിഭയായ പാലിയന്റോളജിസ്റ്റ് തോമസ് ഹാലിഡേ തന്റെ പുതിയ പുസ്തകമായ അദർലാൻഡ്സ് (Otherlands) ലൂടെ ശ്രമിക്കുന്നത്.

ഹിമയുഗം മുതൽ സങ്കീർണമായ ജീവിതത്തിന്റെ ഉദയം വരെ പിന്നോട്ട് സഞ്ചരിക്കുന്ന, ഏഴ് ഭൂഖണ്ഡങ്ങളിലുടനീളവും ഹാലിഡേ നമ്മെ പതിനാറ് നഷ്ടപ്പെട്ട ആവാസവ്യവസ്ഥകളിലേക്ക് നയിക്കുന്നു. അവ ഓരോന്നും ഏറെ വിശദാംശങ്ങളോടെ ഒരു നോവലിസ്റ്റിന്റെ ചാരുതയോടെ വിശദീകരിക്കുന്നു. എല്ലാ വിവരണങ്ങളും – വണ്ടിന്റെ പുറംതൊലിയുടെ നിറമായാലും പറക്കുമ്പോൾ ടെറോസറുകളുടെ താളം തെറ്റിയാലും വായുവിൽ സൾഫറിന്റെ നീണ്ടുനിൽക്കുന്ന ഗന്ധമായാലും – വാസ്തവത്തിൽ അടിസ്ഥാനമുള്ളതാണ്. പ്ലിയോസീൻ കാലഘട്ടത്തിലെ കെനിയയിലെ ലോനിമുൻ എന്ന വലിയ തടാകത്തിന്റെ തീരത്തുള്ള മനുഷ്യരാശിയുടെ ജന്മസ്ഥലം വായനക്കാരുടെ മുന്നിൽ വരച്ച് കാണിക്കുന്നു. മയോസീനിൽ, ബാഷ്പീകരിക്കപ്പെട്ട മെഡിറ്ററേനിയൻ കടലിൽ നിറഞ്ഞുനിൽക്കുന്ന ലോകം ഇതുവരെ കണ്ടിട്ടില്ലാത്ത ഏറ്റവും ഉയരം കൂടിയ വെള്ളച്ചാട്ടത്തിന്റെ തകർച്ച നാം കേൾക്കുന്നു; ഡെവോണിയൻ കാലഘട്ടത്തിലെ സ്കോട്ട്ലൻഡിൽ ഒമ്പത് മീറ്റർ ഉയരമുള്ള ഭീമാകാരമായ ഫംഗസ് കാടുകൾ ഞങ്ങൾ കണ്ടുമുട്ടുന്നു.

യഥാർഥത്തിൽ അദർലാൻഡ്സ് വായിക്കുക എന്നത് ടൈം ട്രാവൽ ആണ്. കഴിഞ്ഞ 550 ദശലക്ഷം വർഷങ്ങളെ അവ്യക്തമായ സമയത്തിന്റെ അനന്തമായ വിസ്തൃതിയായി കാണാതെ, മറിച്ച് ഒരേസമയം അതിശയകരവും പരിചിതവുമായ ലോകങ്ങളുടെ ഒരു പരമ്പരയായി ഹാലിഡേ 16 അധ്യായങ്ങളിലൂടെ അവതരിപ്പിക്കുന്നു. തോമസ് ഹാലിഡേ, ബർമിംഗ്ഹാം സർവകലാശാലയിലെ എർത്ത് സയൻസസ് വകുപ്പിലെ അസോസിയേറ്റ് റിസർച്ച് ഫെല്ലോയാണ്.

Otherlands: A World in the Making by
Dr Thomas Halliday
2022 ISBN : 9780241510445
Publisher: Allen Lane (Penguin Group)
Price Rs 899.00

സമ്പാദനം
ഡോ. ദീപ കെ.ജി.
ഇമെയിൽ: deepa@keralauniversity.ac.in
Ph: 9632784886

ചൈനയിൽ പുരാതന സിങ്ക്ഹോൾ വനം

അവലംബം: www.nypost.com

ചൈനയിലെ 630 അടി താഴ്ചയുള്ള ഭീമാകാരമായ കുഴിക്കുള്ളിൽ (sinkhole) കാണാൻ സാധിച്ചത് അത്ഭുതകരമായ കാഴ്ചയാണ് ഒരു വലിയ കാടിന്റെ ഭൂപ്രകൃതിയാണ് ഇതിലുണ്ടായിരുന്നത്. പുരാതന മരങ്ങളും ചെടികളും അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന ഈ കൂട്ടത്തിൽ ഇതുവരെ കണ്ടെത്തിയിട്ടില്ലാത്ത പല ഇനങ്ങളും ഉൾപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. ചില മരങ്ങൾക്കാവട്ടെ 130 അടി വരെ ഉയരം ഉണ്ട്. ചൈനയിലെ Guangxi Zhuang പ്രദേശത്താണ് ആഴത്തിലുള്ള മനോഹരമായ വനം കാണപ്പെട്ടത്. കാസ്റ്റ് (karst) എന്നറിയപ്പെടുന്ന ഇത്തരം ഭൂപ്രകൃതി രൂപംകൊള്ളുന്നത് ഭൂമിയുടെ പുറംതോടിലുള്ള bed-rock പാറകൾ അലിഞ്ഞാണ്. ചെറുതായി അസിഡിറ്റി ഉള്ള മഴവെള്ളമാണ് ഈ പാറകളെ അലിയിക്കുന്നത്. തെക്കൻ ചൈനയിലെ കാസ്റ്റ് ഭൂപ്രകൃതി വലിയ കുഴികളും ഗുഹകളും രൂപംകൊള്ളാൻ സഹായിക്കുന്നതാണ്. ഈ പ്രദേശത്തു തന്നെയുള്ള മുപ്പതാമത്തെ sinkhole ആണ് ഇത്. ലോകത്തിലെ ഏറ്റവും വലിയ sinkhole സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നതും ചൈനയിലാണ്. Xiaozhai Tiankengൽ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്ന, 2,100 അടി ആഴവും 2,000 അടി നീളവും 1,760 അടി വീതിയുമുള്ള ഈ കുഴിയിൽ ഒരു വെള്ളച്ചാട്ടവും ഉൾപ്പെടുന്നു.

വലിയ ഭൂകമ്പങ്ങൾക്ക് മുന്നറിയിപ്പ് നൽകാൻ മെഷീൻ ലേണിങ്ങും ഗുരുത്വാകർഷണ സിഗ്നലുകളും

അവലംബം: www.sciencenews.org

വൻതോതിലുള്ള ഭൂകമ്പങ്ങൾ ഭൂമിയെ ചലിപ്പിക്കുക മാത്രമല്ല, അവ ഭൂമിയുടെ ഗുരുത്വാകർഷണ മണ്ഡലത്തിലും മാറ്റങ്ങൾ വരുത്തുന്നു. ഗുരുത്വാകർഷണ സിഗ്നലുകൾ തിരിച്ചറിയാൻ ഗവേഷകർ കമ്പ്യൂട്ടറുകളെ പരിശീലിപ്പിച്ചിരിക്കുകയാണ്. ശക്തമായ ഭൂകമ്പത്തിന്റെ സ്ഥാനവും വലുപ്പവും തൽക്ഷണം അടയാളപ്പെടുത്താൻ ഈ സിഗ്നലുകൾ ഉപയോഗിക്കാം. ശക്തമായ ഭൂകമ്പങ്ങൾക്ക് വളരെ നേരത്തേ ഇത്തരത്തിൽ മുന്നറിയിപ്പ് നൽകാനാകും. നിലവിലെ ഭൂകമ്പ തരംഗത്തെ അടിസ്ഥാനമാക്കിയുള്ള രീതികൾക്ക്, ഭൂകമ്പത്തിന് ശേഷമുള്ള ഏതാനും നിമിഷങ്ങൾക്കുള്ളിൽ തന്നെ തീവ്രത കൃത്യമായി രേഖപ്പെടുത്താൻ ബുദ്ധിമുട്ടാണ്. ഉദാഹരണത്തിന് 7.5 തീവ്രതയുള്ള ഭൂകമ്പവും 9 തീവ്രതയുള്ള ഭൂകമ്പവും തമ്മിൽ വേർതിരിച്ചറിയാൻ പ്രയാസമാണ്. കാരണം, മോണിറ്ററിങ് സ്റ്റേഷനുകളിൽ ആദ്യം എത്തുന്ന പി തരംഗങ്ങൾ എന്ന് വിളിക്കപ്പെടുന്ന ഭൂകമ്പ തരംഗങ്ങളുടെ ഉയരത്തെ അടിസ്ഥാനമാക്കിയാണ് കാന്തിമാനത്തിന്റെ പ്രാരംഭ അനുമാനങ്ങൾ. ഇവയിൽനിന്ന് വ്യത്യസ്ത അളവിലുള്ള ഭൂകമ്പങ്ങളെ വേർതിരിച്ചറിയാൻ പ്രയാസമാണ്. എന്നാൽ, ഭൂകമ്പത്തിന്റെ ആദ്യ ലക്ഷണങ്ങൾ ഭൂകമ്പ തരംഗങ്ങളല്ല, മറിച്ച് 'ഇലാസ്റ്റോഗ്രാവിറ്റി' (elastogravity) തരംഗങ്ങളാണ്. ഭൂകമ്പത്തിന്റെ ഫലമായി വിവിധ പ്രദേശങ്ങളിലെ പാറകളുടെ സാന്ദ്രതയും മാറുകയും ഇത് ഇലാസ്റ്റോഗ്രാവിറ്റി തരംഗങ്ങൾ ഉത്പാദിപ്പിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ തരംഗങ്ങൾ പ്രകാശവേഗതയിൽ ഭൂമിയിലൂടെ സഞ്ചരിക്കുന്നു – ഭൂകമ്പ തരംഗങ്ങളേക്കാൾ വേഗത്തിൽ. എന്നാൽ, ഈ സിഗ്നലുകൾ ദുർബലമായതുകൊണ്ട് റെക്കോർഡ് ചെയ്യാൻ കഴിയാറില്ല. അടുത്തകാലത്ത് ഫ്രാൻസിലെ ശാസ്ത്രജ്ഞർ വികസിപ്പിച്ചെടുത്ത PEGSNet എന്ന മെഷീൻ ലേണിങ് നെറ്റ്‌വർക്ക് ഉപയോഗിച്ച് Prompt ElastoGravity Signals തിരിച്ചറിയാൻ സാധിക്കുന്നു. ഭൂകമ്പത്തിന്റെ ഫലം ഭൂമിയിൽ എത്തുന്നതിന് മുൻപുതന്നെ മുന്നറിയിപ്പ് നൽകാൻ ഇലാസ്റ്റോഗ്രാവിറ്റി സിഗ്നലിന് കഴിയും.

കോൺടാക്റ്റ് ലെൻസിന്റെ സഹായത്തോടെ ഗ്ലോക്കോമ ചികിത്സ

അവലംബം: Nature Communications volume 13, Article number: 2556 (2022)

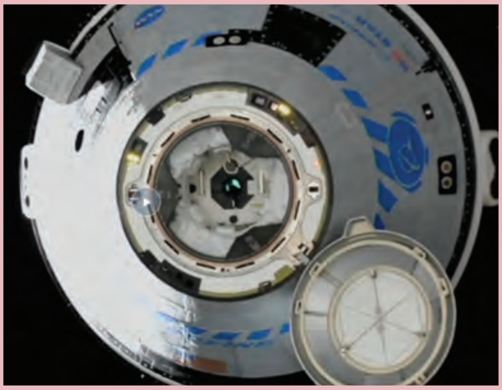
കണ്ണിനുള്ളിൽ മർദം ഉയരുന്നതിനനുസരിച്ചു മരുന്ന് പുറത്തുവിടുന്ന തരം കോൺടാക്റ്റ് ലെൻസ് ഈയിടെ കണ്ടുപിടിക്കുകയുണ്ടായി. കാഴ്ചയുടെ നാഡികളെ ബാധിക്കുന്ന ഗ്ലോക്കോമാ രോഗത്തിന്റെ ചികിത്സയിൽ ഇത് സഹായകമാകുമെന്നാണ് പ്രതീക്ഷ. പ്രൈമറി ഓപ്പൺ ആംഗിൾ ഗ്ലോക്കോമ എന്നറിയപ്പെടുന്ന രോഗത്തിന്റെ ഏറ്റവും സാധാരണമായ രൂപം, 75 വയസ്സിനു മുകളിലുള്ള ഏകദേശം 10% ആളുകളെ ബാധിക്കുന്നുണ്ടെന്ന് കരുതപ്പെടുന്നു. ദ്രാവകം അടിഞ്ഞുകൂടുന്നതിന്റെ ഫലമായി കണ്ണിനുള്ളിൽ ഉണ്ടാകുന്ന വർധിച്ച മർദമാണ് ഈ രോഗത്തിന്റെ ലക്ഷണം. ഗ്ലോക്കോമാ അന്ധതയ്ക്കു തന്നെ കാരണമായേക്കാം. പുതിയതായി വികസിപ്പിച്ചെടുത്ത ലെൻസിന്, കണ്ണിനുള്ളിലെ മർദം വർധിക്കുന്നത് മനസ്സിലാക്കാനും ഒരു പരിധി കവിഞ്ഞാൽ ആന്റി ഗ്ലോക്കോമ മരുന്ന് പുറത്തുവിടാനും സാധിക്കും. മുകളിലും താഴെയുമായുള്ള രണ്ട് ലെൻസുകളും അവയ്ക്കിടയിൽ ഘടിപ്പിച്ച പ്രഷർ സെൻസറും വയർലെസ് പവർ ട്രാൻസ്ഫർ ഉപകരണവും കൂടിയതാണ് ക്രമീകരണം. മർദം കൂടുമ്പോൾ, രണ്ടു ലെൻസുകളും തമ്മിലുള്ള ദൂരം കുറയുകയും ഇത് പ്രഷർ സെൻസർ മനസ്സിലാക്കി വയർലെസ് സിസ്റ്റത്തിന് സിഗ്നൽ കൊടുക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇതേത്തുടർന്ന് ഇലക്ട്രോഡിൽ ഘടിപ്പിച്ചിട്ടുള്ള ആന്റി ഗ്ലോക്കോമ മരുന്ന് പുറത്തേക്ക് വന്നുതുടങ്ങുന്നു.

കോൺടാക്റ്റ് ലെൻസിന് ബിൽറ്റ്-ഇൻ വയർലെസ് കപ്പാസിറ്റി ഉള്ളതിനാൽ സ്മാർട്ട്ഫോണിലെ അപ്ലിക്കേഷനുമായി എളുപ്പത്തിൽ ആശയവിനിമയം നടത്താൻ കഴിയും. ഇത്തരത്തിൽ രോഗിക്ക് കണ്ണിനുള്ളിലെ സമ്മർദത്തെക്കുറിച്ചുള്ള തത്സമയ വിവരങ്ങൾ ലഭിക്കുമെന്ന് ഊഹിക്കാം. കോൺടാക്റ്റ് ലെൻസുകൾ നിർമിക്കാൻ ഉപയോഗിച്ച വസ്തുക്കൾ വില കുറഞ്ഞതായതിനാൽ, എളുപ്പത്തിൽ വൻതോതിൽ ഉത്പാദിപ്പിക്കാൻ കഴിയുന്നതാണ്. മുയലുകളിലും പന്നികളിലും കോൺടാക്റ്റ് ലെൻസ് ഉപയോഗിച്ചുള്ള പരീക്ഷണം നടത്തിക്കഴിഞ്ഞു, മനുഷ്യരിലെ ട്രയൽ ഉടനെ തന്നെ ഉണ്ടാകുമെന്നാണ് അറിയുന്നത്.

ബോയിങ്ങിന്റെ സ്റ്റാർലൈനർ ക്യാപ്സ്യൂൾ ബഹിരാകാശ നിലയത്തിൽ

അവലംബം: www.boeing.com

അന്താരാഷ്ട്ര ബഹിരാകാശ നിലയത്തിലേക്ക് മനുഷ്യരെ എത്തിക്കാനുള്ള നാസയുടെ പദ്ധതിയുമായി യോജിച്ചാണ് ബോയിങ്ങിന്റെ Crew Space Transportation (CST) 100 സ്റ്റാർലൈനർ ക്യാപ്സൂളിന്റെ നിർമാണം. ഏഴ് യാത്രക്കാരെ ഉൾക്കൊള്ളിക്കാൻ കഴിയു



ന്ന ഈ പേടകം 10 തവണ വരെ വീണ്ടും ഉപയോഗിക്കാനാകും. 2019-ൽ നടത്തിയ പേടകത്തിന്റെ ആദ്യ പരീക്ഷണം പരാജയം ആയിരുന്നു. തുടരെ ഉണ്ടായ പ്രശ്നങ്ങളൊക്കെ പരിഹരിച്ചാണ് സ്റ്റാർലൈനറിന്റെ ഇത്തവണത്തെ വിക്ഷേപണം. യാത്രക്കാരില്ലാത്ത ഈ പരീക്ഷണത്തിൽ ക്യാപ്സ്യൂൾ വിജയകരമായി ഭ്രമണപഥത്തിൽ എത്തുകയും ഒരു പ്രദക്ഷിണം പൂർത്തിയാക്കുകയും ചെയ്തു. സ്റ്റാർലൈനർ, ബഹിരാകാശ നിലയത്തിൽ നിന്ന് 15 കിലോമീറ്ററിനുള്ളിൽ എത്തിയപ്പോൾ, ക്യാപ്സ്യൂളിന്റെ ക്യാമറകളിലൂടെ ബഹിരാകാശ നിലയം ഭൂമിയിൽ ദൃശ്യമായിരുന്നു.

സ്പേസ് എക്സിന്റെ ക്രൂ ഡ്രാഗണാണ് ഇതിന് മുൻപ് ബഹിരാകാശ നിലയത്തിലേക്കുള്ള യാത്രയ്ക്ക് നാസയുടെ സഹായത്തോടെ നിർമിച്ചിരുന്നത്.

ചാന്ദ്രമണ്ണിലും ചെടി വളർത്താം

അവലംബം: Moon soil used to grow plants for first time in breakthrough test - BBC News

ചന്ദ്രന്റെ മണ്ണിൽ ചെടികൾക്ക് വളരാൻ സാധിക്കുമെന്ന് പഠനം. 1969-72-ലെ നാസയുടെ അപ്പോളോ 11, 12, 17 ദൗത്യങ്ങൾ വഴി കൊണ്ടുവന്ന മണ്ണിന്റെ സാമ്പിളുകളിലാണ് ഫ്ളോറിഡ സർവകലാശാലയിലെ ജീവശാസ്ത്രജ്ഞർ പരീക്ഷണം നട

ത്തിയത്. കോളിഫ്ളവർ, ബ്രൊക്കോളി, എന്നിവയുടെ കുടുംബത്തിൽ പെട്ട Thale cress എന്ന ചെടിയുടെ വിത്തുകൾ ഈ മണ്ണിൽ നടുകയുണ്ടായി. അതിശയകരമെന്നു പറയട്ടെ, രണ്ട് ദിവസത്തിനുശേഷം വിത്തുകൾ മുളച്ചു വന്നു. താരതമ്യ പഠനത്തിന് യഥാർഥ ചന്ദ്രമണ്ണിനെ അനുകരിക്കുന്ന ഭൗമ പദാർഥമായ JSC-1A യിലും, തീവ്രമായ പരിതസ്ഥിതികളിൽ നിന്നുള്ള ഭൂഗർഭ മണ്ണിലും വിത്തുകൾ മുളപ്പിച്ചു. കാലക്രമേണ, ഇവയിൽ വ്യത്യാസങ്ങൾ കാണപ്പെടുകയുണ്ടായി. ഉദാഹരണത്തിന്, ചന്ദ്രനിലെ മണ്ണിൽ വളരുന്ന ചില സസ്യങ്ങൾ ഭൂഗർഭ മണ്ണിൽ വളരുന്നവയെക്കാൾ ചെറുതോ സാവധാനത്തിൽ വളരുന്നതോ വലുപ്പത്തിൽ കൂടുതൽ വ്യത്യാസമുള്ളതോ ആയിരുന്നു. ചന്ദ്രൻ വളരെ വരണ്ട സ്ഥലമാണ്.

ചന്ദ്രനിൽ ചെടികൾ വളരുമോ എന്ന വർഷങ്ങളായിട്ടുള്ള ചോദ്യത്തിന് മറുപടി കിട്ടിയ സന്തോഷത്തിലാണ് ഗവേഷകർ. ബഹിരാകാശ യാത്രികർക്കും മറ്റ് സന്ദർശകർക്കും ശുദ്ധവായുവും വെള്ളവും നൽകി ചന്ദ്രനിൽ ദീർഘകാലം താമസിക്കാനുള്ള കാലാവസ്ഥ ഒരുക്കാൻ ഈ സസ്യങ്ങൾക്ക് സാധിച്ചേക്കും.

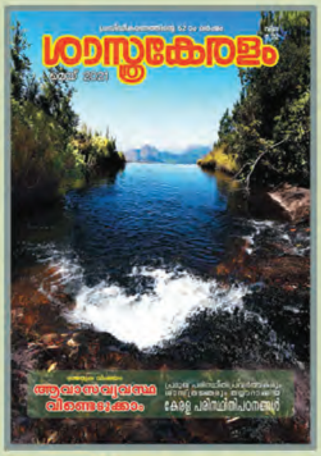
ഹരണഫലം

കെ. സതീഷ്
sitakrishnaa@gmail.com

Printed & Published by T.K.Meerabai on behalf of Kerala Sasthrasahithya Parishad & Printed at
Geethanjali Web Offset Kundaythode, Kolathara P.O, Calicut and published at Parishad Bhavan, Chalappuram, Calicut - 673 002.
Editor-B. Ramesh. Approved by CSIR for financial support. Volume 55 No.3 Sasthragathy 2022 June 60 Pages

ശാസ്ത്രം
വഴികാട്ടിയാവട്ടെ...

യുറീക്ക
വാർഷിക
വരിസംഖ്യ
300 രൂപ



ശാസ്ത്രകേരളം
വാർഷിക
വരിസംഖ്യ
200 രൂപ

ശാസ്ത്രഗതി
വാർഷിക
വരിസംഖ്യ
200 രൂപ

വിലാസം

മാനേജിങ് എഡിറ്റർ
പരിഷദ് ഭവൻ, ചാലപ്പുറം
കോഴിക്കോട് 673 002
ഫോൺ : 0495-2701919, 9446381919

ഓൺലൈനായി വരിസംഖ്യ അടയ്ക്കാൻ
www.ksspublications.com സന്ദർശിക്കുക

ഡിജിറ്റൽ വായനക്കായി
www.readhwere.com, www.magzter.com
എന്നിവ സന്ദർശിക്കുക

സർക്കുലേഷൻ അന്വേഷണങ്ങൾക്ക്
ഫോൺ : 0495-2701919, 9446381919
C sa-bnÂ : ksspmagazine@gmail.com

SASTHRAGATHY
JUNE 2022
Vol. 56 No. 11
Price Rs. 22.00
Date of Publication : 01.06.2022

Registered. No. KL/CT/89/2021-23
Registered with Newspaper Registrar of India
Under Regd. No. 17002/68
Licenced to Post without Pre-Payment
as per No.KL/PMG/NR/WPP/5/KKD/2021-23

ഐ.ആർ.ടി.സി - പ്രൊജക്റ്റ് ഇംപ്ലിമെന്റേഷൻ യൂണിറ്റ്

IRTC-PIU

മാലിന്യപരിപാലന രംഗത്ത് സർക്കാർ അംഗീകരിച്ച
മികവിന്റെ കേന്ദ്രമായ ഐ.ആർ.ടി.സിയുടെ അനുബന്ധ സ്ഥാപനം

തദ്ദേശസ്വയംഭരണസ്ഥാപനങ്ങൾക്ക്
മാർഗ്ഗദർശനമേകുന്ന
അക്രഡിറ്റഡ് ഏജൻസി

**ഉറവിടമാലിന്യ സംസ്കരണ
ഉപാധികളുടെ വിതരണം**
ബയോബിൻ, കിച്ചൺ ബിൻ, ബയോഗ്യാസ് പ്ലാന്റ്,
റിംഗ് കമ്പോസ്റ്റ് മുതലായവ

നഗര–സ്ഥാപന മാലിന്യസംസ്കരണ
പദ്ധതിനിർവഹണം

ഖര–ദ്രവ മാലിന്യപരിപാലന രംഗത്തെ
സ്തുത്യർഹ സേവനം

ലോകശ്രദ്ധ നേടിയ കുന്ദംകുളം നഗരസഭയുടെ ഗ്രീൻപാർക്ക് പദ്ധതി മുതൽ
നിരവധി അനുഭവങ്ങളുടെ കരുത്തുമായ് മുന്നോട്ട്
തദ്ദേശസ്വയംഭരണസ്ഥാപനങ്ങൾക്ക് കൂട്ടായ്.... കരുത്തായ്...

സേവനത്തിനും സഹായത്തിനും ബന്ധപ്പെടുക

ഐ.ആർ.ടി.സി - പി.ഐ.യു
മുണ്ടൂർ, പാലക്കാട്- 678592 | ഫോൺ: +91 9061998581 | ഇ-മെയിൽ: *piu@irtc.org.in*

Geethanjali Web Offset Kundaythode,
Kolathara P.O, Calicut