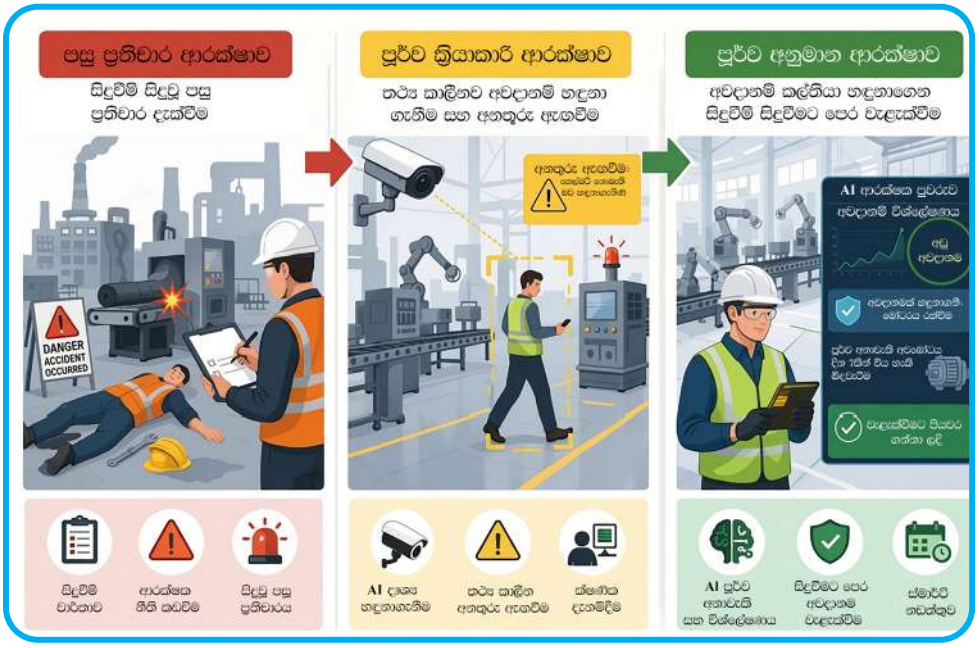
කර්මාන්ත ක්ෂේත්‍රයේ ආරක්ෂාව සඳහා කෘත්‍රිම බුද්ධිය

ආචාර්ය තනූජ ඩී. අඹේගොඩ



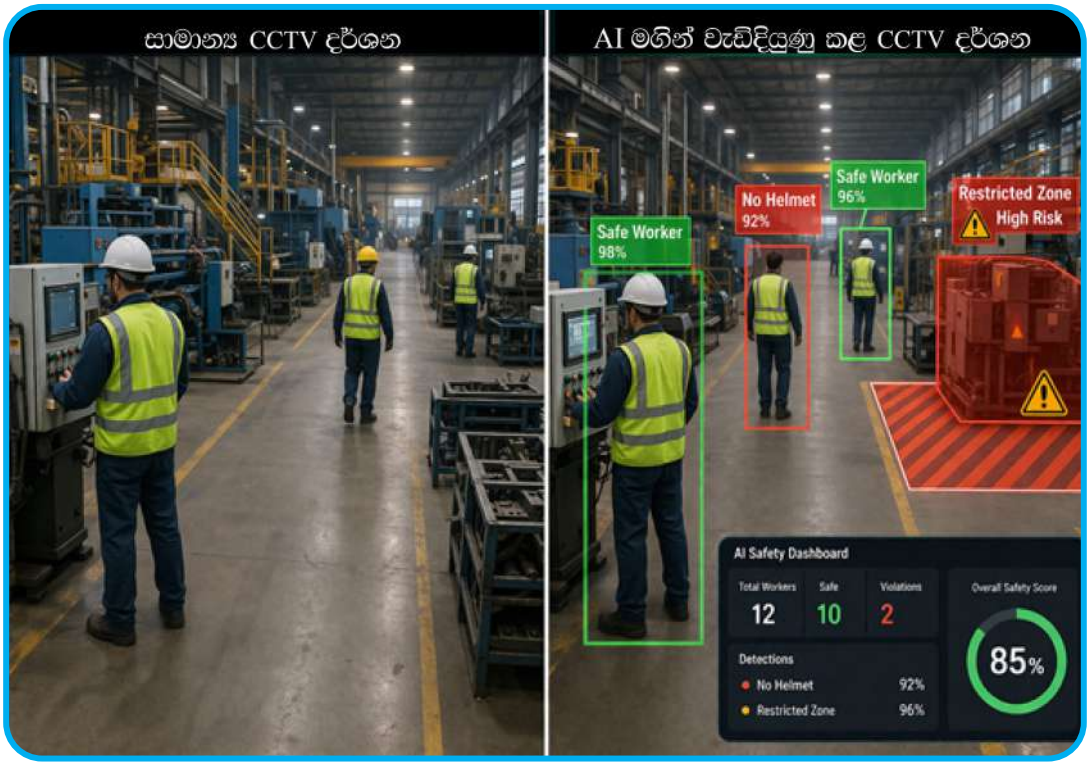
සාම්ප්‍රදායික ආරක්ෂණ ක්‍රමවල සීමාවන්

ගොඩනැගිලි ඉදිවන භූමිවල සිට විශාල කර්මාන්තශාලා පරිශ්‍ර දක්වා වූ කාර්මික පරිසරයන් ස්වභාවයෙන්ම සංකීර්ණ මෙන්ම අවදානම් සහිතය. මෙවැනි ස්ථානවල ආරක්ෂාව තීරණය වන්නේ සේවකයන්, යන්ත්‍රසූත්‍ර සහ පරිසර තත්ත්වයන් අතර පවතින මනා සංකලනය මතය. වසර ගණනාවක් පුරා නීතිරීති, පරීක්ෂණ සහ පුහුණු වැඩසටහන් මඟින් අනතුරු බොහෝ දුරට අඩු කර ගැනීමට හැකි වුවද, අපගේ අවධානයට ලක්නොවූ හෝ ප්‍රමාද වී හඳුනාගත් කරුණු නිසා තවමත් අනතුරු සිදුවේ.සාම්ප්‍රදායික ආරක්ෂණ ක්‍රමවේදවල පවතින ප්‍රධානතම දුර්වලතාවය වන්නේ ඒවා 'සිදුවීමකින් පසු ප්‍රතිචාර දක්වන' (Reactive) ස්වභාවයක පැවතීමයි. එනම්, යම් අනතුරක් සිදු වූ පසු ඒ පිළිබඳව පරීක්ෂණ පවත්වා, නැවත එවැනි දෙයක් නොවීමට පියවර ගැනීමයි. මෙය අත්‍යවශ්‍ය කරුණක් වුවද, පළමු වරට සිදුවන අනතුර වැළැක්වීමට එමඟින් පිටුවහලක් නොලැබේ. කොතරම් පළපුරුදු නිරීක්ෂකයෙකුට වුවද, විශාල කර්මාන්තශාලාවක සිටින සෑම සේවකයෙකුම, යන්ත්‍රයක්ම සහ සෑම පරිසර තත්ත්වයක්ම එකදිගටම නිරීක්ෂණය කිරීම ප්‍රායෝගිකව කළ නොහැක්කකි.



රූපය 1: කෘත්‍රිම බුද්ධිය භාවිතයෙන් කර්මාන්ත ආරක්ෂාවේ පරිණාමය : ප්‍රතික්‍රියාකාරී ප්‍රතිචාරයේ සිට AI භාවිතයෙන් පුරෝකථනීය වැළැක්වීම දක්වා

කෘත්‍රිම බුද්ධිය (AI) මෙම ගැටලුවට නව්‍ය විසඳුමක් ලබා දෙයි. වරින් වර සිදුකරන පරීක්ෂණ වෙනුවට, පරිසරය නිරන්තරයෙන් නිරීක්ෂණය කරමින් අවදානම් කලින් හඳුනාගැනීමට AI උපකාරී වේ. වඩාත්ම වැදගත් කරුණ නම්, යම් අනාරක්ෂිත තත්ත්වයක් අනතුරක් බවට පත්වීමට පෙරම එය පූර්වානුමානය කර වැළැක්වීමට AI මඟින් ආයතනවලට මඟපෙන්වීමයි.



රූපය 2: කෘත්‍රිම බුද්ධිය පාදක පරිගණක දර්ශන මගින් නීති උල්ලංඝනය සිදුවන අවස්ථා තත්‍ය කාලයේ හඳුනාගැනීම හා ආරක්ෂාව.

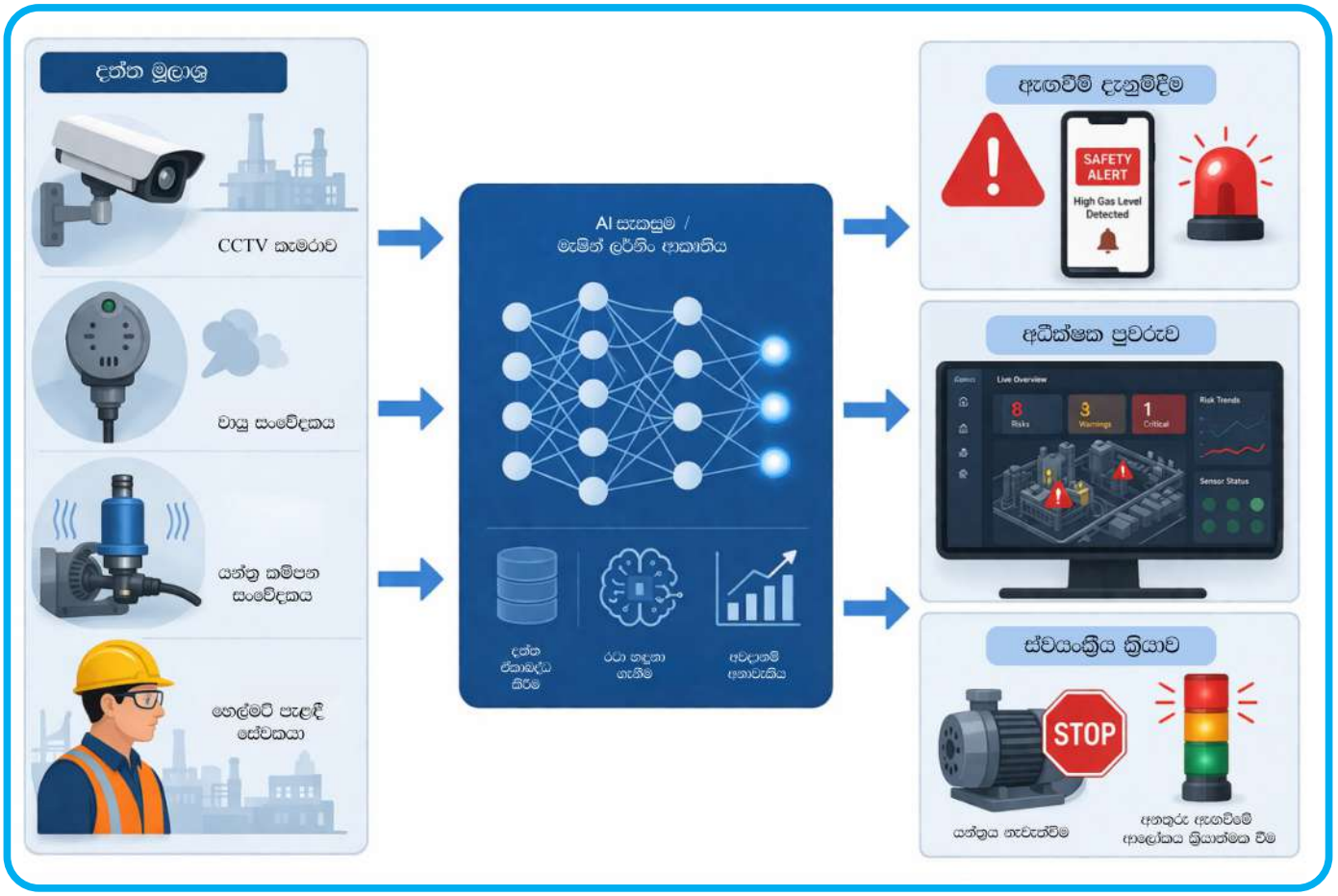
ප්‍රායෝගිකව AI මඟින් කාර්මික ක්ෂේත්‍රයේ ආරක්ෂාව වර්ධනය කරන්නේ කෙසේද?

කාර්මික ආරක්ෂාව සඳහා යොදාගන්නා වඩාත්ම ජනප්‍රිය AI යෙදවුමක් වන්නේ 'පරිගණක දෘෂ්ටිය' (Computer Vision) තාක්ෂණයයි. උදාහරණයක් ලෙස, විශාල කර්මාන්තශාලාවක නිෂ්පාදන මාර්ගයට ඉහළින් සවිකර ඇති කැමරා මඟින් සේවකයන් ආරක්ෂිත හිස්වැසුම් (helmets) අත්වැසුම් හෝ ආරක්ෂිත කබා පැළඳ සිටිනවාද යන්න ස්වයංක්‍රීයව හඳුනාගත හැක. යම් සේවකයෙකු සුදුසු ආරක්ෂිත ඇඳුම් නොමැතිව අධි-අවදානම් කලාපයකට ඇතුළු වුවහොත්, පද්ධතිය මඟින් වහාම පරීක්ෂකවරයාට පූර්ව අනතුරු ඇඟවීමක් යවයි. එමඟින් සෑම පුද්ගලයෙකුම අතින් පරීක්ෂා කිරීමේ අවශ්‍යතාවය මගහැරී යයි.

ඉදිකිරීම් භූමිවලදී, උසින් වැටීමේ අවදානම් හඳුනාගැනීමට AI පද්ධති යොදාගැනේ. සේවකයන් ආරක්ෂිත පටි (harnesses) නොමැතිව උස ස්ථානවල සේවය කරන්නේද නැතහොත් පලංචි ප්‍රදේශවල අධික ලෙස පිරිස රැස්ව සිටිනවාද යන්න කැමරා මඟින් හඳුනාගත හැක. සමහර පද්ධති මඟින්, චලනය වන කොන්ක්‍රීට් ක්‍රේනයකට සේවකයෙකු ආසන්න වීම වැනි අනතුරට ආසන්න වූ සිදුවීම් (near-miss events) ස්වයංක්‍රීයව සටහන් කර විශ්ලේෂණය කරයි. මෙවැනි තොරතුරු මඟින් දවසේ වැඩිපුර අවදානම් සහිත වේලාවන් හෝ ස්ථාන හඳුනාගැනීමට කළමනාකරුවන්ට හැකි වේ. තවත් උදාහරණයක් වන්නේ ගබඩා සහ ප්‍රවාහන මධ්‍යස්ථානයි. මෙවැනි ස්ථානවල නිතරම අනතුරු සිදුවන්නේ ෆෝක්ලිෆ්ට් (Forklift) රථ සහ සේවකයන් ගැටීමෙනි. AI පද්ධති මඟින් සේවකයන් සහ වාහන ගමන් කරන මාර්ග සජීවීව නිරීක්ෂණය කරයි. සේවකයෙකු චලනය වන ෆෝක්ලිෆ්ට් රථයකට ආසන්න වුවහොත්, රියදුරාට මෙන්ම සේවකයාටද අනතුරු ඇඟවීම් නිකුත් කරන අතර, අවශ්‍ය නම් වාහනයේ වේගය ස්වයංක්‍රීයව අඩු කිරීමටද පහසුකම් ඇත. මෙයින් පැහැදිලි වන්නේ AI යනු නිරීක්ෂණයට පමණක් සීමා නොවී, නිවැරදි මොහොතේදී මැදිහත් වීමටද සමත් තාක්ෂණයක් බවයි.

හඳුනාගැනීමේ සිට පූර්වානුමානය දක්වා: පියවරක් ඉදිරියට තැබීම

සජීවීව නිරීක්ෂණය කිරීමට අමතරව, ඉදිරියේදී සිදුවිය හැකි දේ කලින් පැවසීමේ (prediction) හැකියාවද AI සතුව ඇත. කර්මාන්තශාලා යන්ත්‍රසූත්‍රවල සවිකර ඇති සංවේදක (sensors) මඟින් කම්පනය, උෂ්ණත්වය



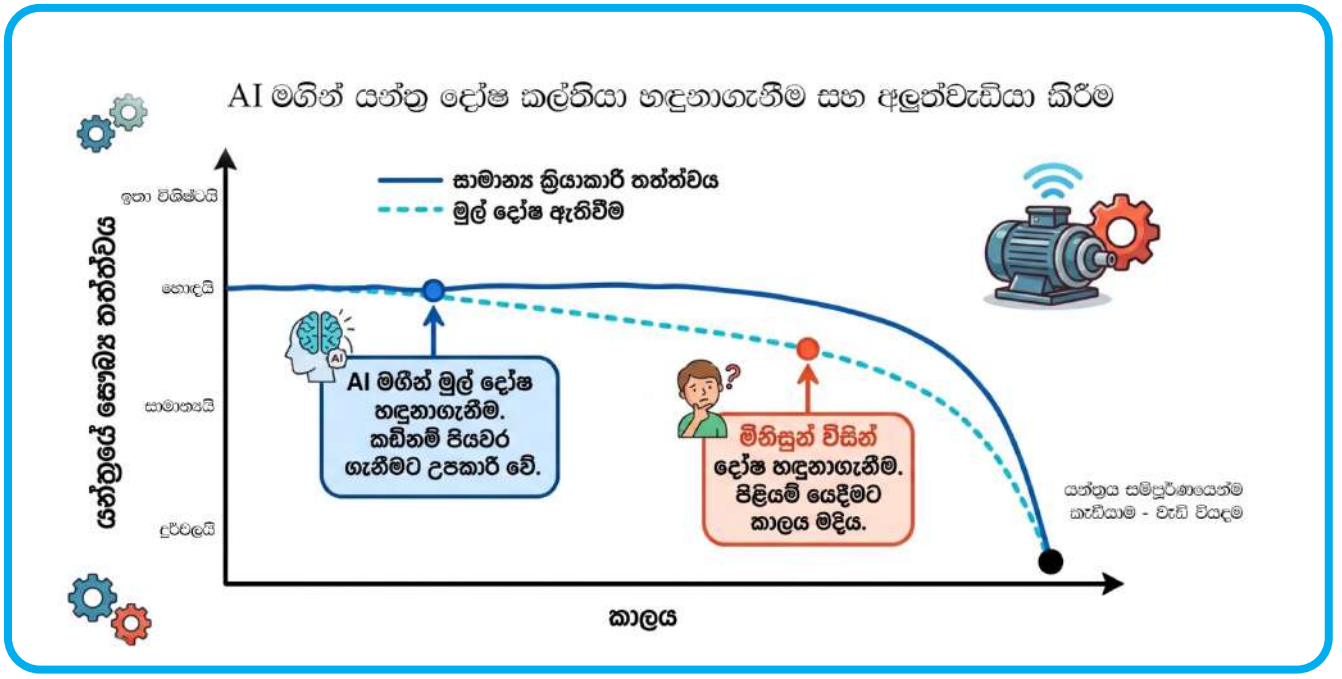
රූපය 3: කෘත්‍රිම බුද්ධිය මගින් ක්‍රියාත්මක වන කාර්මික ආරක්ෂණ විමර්ශන පද්ධතියක ව්‍යුහය

සහ පීඩනය වැනි දත්ත නිරන්තරයෙන් මැන බලයි. තාප විදුලි බලාගාරයක් හෝ සිමෙන්ති කර්මාන්තශාලාවක් ගැන සිතන්න. යන්ත්‍රයක ඇතිවන කුඩා නමුත් නොනවත්වා පවතින කම්පන වෙනසක් මිනිස් ඇසට හෝ කනට හසු නොවීමට හැක. නමුත් AI ආකෘතිවලට එය යන්ත්‍රයේ යාන්ත්‍රික දෝෂයක පූර්ව ලක්ෂණයක් ලෙස හඳුනාගත හැක. මෙවැනි දෝෂයක් හදිසියේ සිදු වුවහොත්, නිෂ්පාදනය ඇණහිටිනවා පමණක් නොව අසල සිටින සේවකයන්ටද මහත් අනතුරක් සිදුවිය හැක. දෝෂය කලින්ම පූර්වානුමානය කිරීම මඟින්, අනතුරක් වීමට පෙර නඩත්තු කටයුතු (maintenance) සිදුකළ හැක.

තෙල් සහ ගෑස් ක්ෂේත්‍රයේදී, ගෑස් කාන්දුවීම් පූර්වානුමානය කිරීමට AI ආකෘති යොදාගනී. සාමාන්‍ය සීමාව ඉක්මවා ගිය පසු අනතුරු අඟවන බසර වෙනුවට, AI මඟින් ගෑස් සංවේදක දත්තවල සිදුවන ඉතා කුඩා වෙනස්කම් විශ්ලේෂණය කර, ගෑස් සාන්ද්‍රණය අනතුරුදායක මට්ටමකට පැමිණීමට පෙරම කාන්දුවීම් හඳුනාගනී. තවත් නවීන යෙදවුමක් වන්නේ සේවකයන්ගේ අධික වෙහෙස (Fatigue) හඳුනාගැනීමයි. පතල් කර්මාන්තය හෝ දීර්ඝ දුර ප්‍රවාහන සේවා වැනි ක්ෂේත්‍රවලදී සේවකයන්ගේ වෙහෙස අනතුරුවලට ප්‍රධාන හේතුවකි. රථවාහන ඇතුළත ඇති කැමරා මඟින් රියදුරාගේ ඇසිපිය හෙලන ආකාරය සහ හිස සලන ආකාරය නිරීක්ෂණය කර නිදිමත ගතිය හඳුනාගනී. එවැනි අවස්ථාවක රියදුරාට අනතුරු අඟවා ආරක්ෂිත පියවර ගැනීමට පද්ධතිය ක්‍රියාත්මක වේ.

විවිධ කර්මාන්ත තුළ භාවිතය සහ එහි තාත්වික බලපෑම

අද වන විට AI ආරක්ෂණ පද්ධති විවිධ ක්ෂේත්‍රයන් හි ප්‍රායෝගිකව යොදාගැනේ. පතල් කර්මාන්තයේදී ස්වයංක්‍රීය ප්‍රවාහන රථ (Autonomous haul trucks) යොදාගැනේ. රියදුරන් නොමැතිව ධාවනය වන මෙම වාහන නිසා වෙහෙස හෝ මිනිස් අතපසුවීම් නිසා සිදුවන අනතුරු අවම වේ. එමෙන්ම මෙම වාහන අවට මිනිසුන් සිටිනවාද යන්න AI මඟින් නිරන්තරයෙන් පරීක්ෂා කරයි. නිෂ්පාදන කර්මාන්තයේදී රොබෝ



රූපය 4: පූර්ණ බිඳවැටීමක් සිදු වීමට පෙර උපකරණයක් ක්‍රියාවිරහිත වීමේ ඉගි කෘත්‍රිම බුද්ධිය මගින් හඳුනා ගැනීම.

හස්ත Robotic arms සහ මිනිසුන් එකට සේවය කරයි. නවීන AI පද්ධති මඟින් මිනිසා සහ රොබෝ යන්ත්‍රය අතර පරතරය නිරන්තරයෙන් මැන බලයි. සේවකයෙකු රොබෝ හස්තයට ආසන්න වුවහොත් යන්ත්‍රයේ වේගය අඩු කිරීමට හෝ එය ක්ෂණිකව නැවැත්වීමට AI ක්‍රියා කරයි.

ඉදිකිරීම් ක්ෂේත්‍රයේදී AI සහිත ඩ්‍රෝන (drones) යොදාගනිමින් භූමිය පරීක්ෂා කෙරේ. අනාරක්ෂිත ස්ථානවලට සේවකයන් යවනවා වෙනුවට, ඩ්‍රෝන යානා මඟින් ඡායාරූප ලබාගෙන ගොඩනැගිලිවල ස්ථාවර භාවය, ද්‍රව්‍ය අනාරක්ෂිත ලෙස ගබඩා කර තිබීම වැනි අවදානම් හඳුනාගනී.

ශ්‍රී ලංකාවේ සන්දර්භය තුළ, අධික සේවක සංඛ්‍යාවක් සේවය කරන ඇඟලුම් කර්මාන්තශාලා සහ බර යන්ත්‍රසූත්‍ර ක්‍රියාත්මක වන වරාය පරිශ්‍ර සඳහාද මෙම තාක්ෂණය ඉතා සුදුසුය. උදාහරණයක් ලෙස, වරායක කන්ටේනර් හසුරුවන අවස්ථාවලදී ක්‍රේන් සහ වාහන ආසන්නයේ සේවකයන් අනාරක්ෂිත ලෙස සිටින්නේද යන්න නිරීක්ෂණය කිරීමට AI යොදාගත හැක.

මේ සියලු අවස්ථාවන්හිදී, කෘත්‍රිම බුද්ධියෙහි බලපෑම සිදුවීම්/අනතුරු වැළැක්වීමට පමණක් නොව, මීට පෙර නිරීක්ෂණය කිරීමට අපහසුව තිබූ අවදානම් රටාවන් පිළිබඳ අවබෝධය වැඩිදියුණු කිරීමටද හේතු වී ඇත.

අභියෝග සහ සදාචාරාත්මක කරුණු AI හි පවතින විශාල හැකියාවන් අතරම, එය කාර්මික ආරක්ෂාවට එක් කර ගැනීමේදී අභියෝග කිහිපයකටද මුහුණ දීමට සිදුවේ. ප්‍රධාන තාක්ෂණික අභියෝගයක් වන්නේ විවිධත්වයයි (Variability) එක් පරිසරයක හිස්වැසුම් හඳුනාගැනීමට පුහුණු කළ AI පද්ධතියක්, ආලෝකය වෙනස් වෙනත් ස්ථානයකදී නිවැරදිව ක්‍රියා නොකිරීමට ඉඩ ඇත. එම නිසා සෑම ස්ථානයකටම ගැලපෙන ලෙස පද්ධති පරීක්ෂා කර සකස් කළ යුතුය. පැරණි පද්ධති සමඟ සමෝධානය කිරීම (Integration) තවත් අභියෝග යකි. බොහෝ පැරණි කර්මාන්තශාලා නවීන දත්ත තාක්ෂණයට ගැලපෙන ලෙස සකස් කර නොමැත. මෙවැනි ස්ථානවලට AI එකතු කිරීමට තාක්ෂණික දැනුම මෙන්ම ආයතනික කැපවීමද අවශ්‍ය වේ.

එසේම මානව සහ සාමාජීය පැත්තද ඉතා වැදගත් වේ. නිරන්තර නිරීක්ෂණය නිසා සේවකයන්ගේ පෞද්ගලිකත්වයට (Privacy) බාධා වන බවට මතයක් ඇතිවිය හැක. AI පද්ධති යොදාගන්නේ තමන්ගේ ආරක්ෂාවට නොව තමන්ව නිරීක්ෂණය කිරීමට බව සේවකයන්ට හැඟී ගියහොත්, ඔවුන්ගෙන් ඊට විරෝධයක් මතුවිය හැක.මෙයට විසඳුමක් ලෙස, පද්ධතිය ක්‍රියාත්මක වන ආකාරය පිළිබඳව සේවකයන් දැනුවත් කළ යුතුය. බොහෝ අවස්ථාවලදී පද්ධතිය සකස් කරන්නේ පුද්ගලයන් කවුදැයි හඳුනාගැනීමට නොව, සිදුවන ක්‍රියාවන්

නිරීක්ෂණය කිරීමට පමණි. දත්ත දිගුකාලීනව ගබඩා නොකර සජීවීව පරීක්ෂා කිරීමෙන් පෞද්ගලිකත්වයට වන හානිය අවම කරගත හැක. අවසාන වශයෙන්, AI යනු සේවකයන් පාලනය කරන මෙවලමක් නොව, ඔවුන්ව ආරක්ෂා කරන මෙවලමක් බව අවබෝධ කරගත යුතුය.

අනාගතය දෙස බලමු: වඩාත් ආරක්ෂිත පද්ධති, වඩාත් බුද්ධිමත් තීරණ

කාර්මික ආරක්ෂාවේ අනාගතය රැඳී තිබෙන්නේ විවිධ තාක්ෂණයන් එකිනෙක සම්බන්ධ වීම මතය. වීඩියෝ, සංවේදක සහ මෙහෙයුම් සටහන් වැනි විවිධ දත්ත එක් කරමින් සමස්ත පරිසරයේම ආරක්ෂිත තත්ත්වය තේරුම් ගැනීමට AI ඉදිරියේදී කටයුතු කරනු ඇත. තනි තනි අනතුරු ඇඟවීම් වෙනුවට, පරිසරයට ගැලපෙන සමස්ත තොරතුරු ලබාදෙනු ඇත. උදාහරණයක් ලෙස, අධික උෂ්ණත්වය, යන්ත්‍රයේ වැඩි වූ කම්පනය සහ සේවකයෙකු ආසන්නයේ සිටීම යන කරුණු එකතු කර විශාල අවදානම් අනතුරු ඇඟවීමක් නිකුත් කරනු ඇත. තවත් ඉදිරි පියවරක් වන්නේ සජීවී ආරක්ෂණ සහායකයන්ගේ Real-time safety assistants) පැමිණීමයි. පවතින තත්ත්වය අනුව කළමනාකරුවන්ට සහ සේවකයන්ට උපදෙස් දීමට මොවුන්ට හැකියාව ලැබෙනු ඇත. උදාහරණයක් ලෙස, යන්ත්‍ර තාවකාලිකව නැවැත්වීම, සේවකයන් වෙනත් මාර්ගවලට යොමු කිරීම හෝ වැඩි අවදානම් සහිත ස්ථානවල සේවක සංඛ්‍යාව වෙනස් කිරීම වැනි යෝජනා ලබාදෙනු ඇත.

කෙසේ වෙතත්, මෙම පද්ධතිවල සාර්ථකත්වය රැඳී තිබෙන්නේ තාක්ෂණය මතම පමණක් නොව, මිනිසා එය භාවිත කරන ආකාරය මතය. ආරක්ෂාව යනු සැමවිටම මිනිසා මූලික කරගත් වගකීමකි. AI මඟින් කළ යුත්තේ මිනිසාගේ තීරණ ගැනීමේ හැකියාව වර්ධනය කිරීම මිස, මිනිස් මනස නැති කිරීම නොවේ.

නිගමනය

කෘත්‍රිම බුද්ධිය (AI) මඟින් කාර්මික ක්ෂේත්‍රයේ ආරක්ෂාව 'සිදුවීම් දෙස බලා සිටීමේ සිට අනතුරු වැළැක්වීම' දක්වා වූ නව මානයකට ගෙන යමින් පවතී. නිරන්තර නිරීක්ෂණය, රටා හඳුනාගැනීම සහ පූර්වානුමානය කිරීමේ හැකියාව නිසා, අනතුරක් සිදුවීමට පෙරම එය හඳුනාගෙන වැළැක්වීමට AI උපකාරී වේ.

මෙම තාක්ෂණික පෙරළියේ සැබෑ වටිනාකම රැඳී තිබෙන්නේ කාර්යක්ෂමතාවය හෝ ස්වයංක්‍රියකරණය මත නොව, මිනිස් ජීවිත සුරක්ෂිත කිරීම මතය. වැළැක්වූ සෑම අනතුරක්ම, නැවැත්වූ සෑම තුවාල වීමක්ම සහ ලබාදුන් සෑම ආරක්ෂිත සේවා ස්ථානයක්ම මෙම පද්ධතිවල සැබෑ සාර්ථකත්වය පෙන්නුම් කරයි.කර්මාන්තශාලා සහ සේවා ස්ථාන දිනෙන් දින දියුණු වන විට, පැරණි ආරක්ෂණ ක්‍රමවේදවලින් ඔබ්බට ගොස්, ආරක්ෂාව සේවා ස්ථානයේ සෑම මොහොතකටම බද්ධ වූ පරිසරයක් නිර්මාණය කිරීමට AI අපට අගනා පිටුවහලක් සපයයි.



ආචාර්ය තනූජ ඩී. අඹේගොඩ
ජ්‍යෙෂ්ඨ කථිකාචාර්ය
පරිගණක විද්‍යා හා ඉංජිනේරු විද්‍යා අධ්‍යයනාංශය
මොරටුව විශ්වවිද්‍යාලය

