

А.Ә. САДЫҚОВ, М.Н. ИМАНҚҰЛ

## ДИАГНОСТИКАЛАУДАҒЫ ҚАЗІРГІ ЗАМАН ТЕНДЕНЦИЯЛАРЫ

Қазіргі заман радиоэлектрондық жүйелердің күрделілігі өндіріс және жұмысқа пайдалану кезінде жана диагностика мен бақылау өдістерін қамтыуды қажет етеді. Кемістіктерді (ақаулықтарды, exposure) жайылдырмая (локализациялау) және айқындау мәселесі жүйелердің күрделі деңгейінің артуы ғана емес және оларға қойылатын талаптардың өсуімен болады. Техникалық үрдістердің қауіпсіздігі мен сенімділігін қамтамасыз ету көзқарасынша объектілердің функциялау ақаулығы (fault) және дефектілерді айқындау өте маңызы.

Диагностикалық кеңістіктің қалыптасуы диагностикалау объектінің (ДО) сигналдар кеңістігін диагностикалық белгілер кеңістігіне функционалды түрлендіруін іске асырады. ДО қалыптасуның дұрыстығын диагностикалық белгілерін талдау көмегімен шешімдерді қабылдау алгоритмдері арқылы қорытындылауға болады.

Әмбебап және көрнекілік модельдерді қолдану негізінде техникалық үрдістерді диагностикалау кен қолданыс тапқан өдістер болып табылады. Бақылаушының параметрлерді таңдау бойынша диагностикалау жүйесі Калманның сұзгісін немесе күйді бақылаушының айқындау сұзгісін қолдану болып өзгешеленеді.

Аналитикалық арттықтық (redundancy) өдістері ДО шығысы мен кірісіндегі аналитикалық тәуелділіктің тексеруінде негізделеді [1]. Бұл өдістер модельдерді қолдануымен диагностикалау өдістеріне де қатысты. Олар зерттелетін үрдісті немесе объект динамикасын бейнелейді және идеалды көріністе құрылған.

Тәжірибеде жүйелердің/құрылғылардың маңызды классты үшін қалыпты функциялау модельдің толық және нақты математикалық сипаттамасы жеткіліксіз немесе едәуір күрделі болады. Бұл сыйықты емес жүйелер үшін әсіресе дұрыс болар.

Байестік және статистикалық шешімдеріне негізделген модельдер классификациялық ережелерді өндіруде күрделі механизміне ие [2]. Классификация - бұл классификацияның қабылданған өдістермен сәйкесінше ұқсастық және айырмашылық бойынша бөлу. Жүйелердің кейбір класстары үшін жақсы нәтиже беретін детерминделген сыйықты емес бақылаушыларды синтездеу әрекеті бар.

Диагностикалау үрдісінде объектінің күйі өзгереді. Бұл жағдайға арналған шешімдер қабылдау алгоритмдер тобы бар (Пейджинг алгоритмі, сигналдық қарым-қатынас алгоритмі, үйлестірілмегендердің (разладка, невязка) принципіне негізделген алгоритмі). Олардың қолданылуы келесі қағидаларға негізделеді:

- өлшеулердің жүйелілігі төуелсіз жүйелігі немесе корреляциялық (байланыстық) функцияға ие төуелді жүйелігі болып табылады;

- үйлестірілмегендік математикалық күтілістің (wait) және/немесе дисперсияның секіруі түрінде көрінеді.

Балама болып табылатын өдіс жасанды зерденін (интеллектін) тәсілдеріне негізделген. Олар қазіргі заман диагностикалау жүйелердің функциялау тиімділігін жоғарлатады. Жаңа ақпараттық компьютерлік технологиясының перспективті өдістері «жұмсақ» есептеуге негізделген: айқын емес логикаға; нейронды жеңіле; генетикалық алгоритмдерге. Бұл технологиялар гибридты динамикалық экспертті жүйелердің (ЭЖ) ортасында бейімделуімен шешілетін мәселелердің тен есептеу мүмкіншіліктерде көдімгі ЭЖ арқылы қамтуға береді.

Әртүрлі пәндік аймақтарда (диагностикада, болжамды жасауда, оптимизациялауда (тиімдеуде), басқару және ассоциативті жадта, бейнені тануда (recognition)) алуан-алуан мәселелерді шешу үшін нейронды жеңіл (НЖ) кен қолданылады.

НЖ диагностикалауда жүйеде пайда болатын дефектін орынын, деңгейін және түрін есептеумен шешімді қабылдау иерархиясын құруға көмектесетін құрал болып табылады.

НЖ негізінде бақылау және диагностика жүйелер аймагында көшілік жариялымдарда инженерлік методика жок деуге болады, сонымен қатар осындай мәселелерді шешуде теориялық және тәжірибелік ұсыныстарды да жок деп айтуды.

Шектелген шарттарда белгілі дәстүрлі өдістеме диагностикалау мәселелерді шешудегі қажет иілгіштіліктігіне ие болмайды. НЖ альтернативті шешімді береді және оның қолданына байланысты қөптеген қосымшалар женеді. Қазіргі цифрлық ЭЕМ сандық және символдық

есептеулерді жүргізуде адамнан асып түсетінін белгілеуге болады. Бірак адам дүние жүзіндегі ең куатты компьютерге қарағанда ешбір қындықсыз күрделі мәселелерді накты және тез шешеді. Олардың өнімділігінде мәнді айырмашылығының себебі қандай? Биологиялық нейронды жүйенің сәулеті фон Нейманның машинасының сәулетіне мұлдем үқсамайды.

Биологиялық нейронды жүйесіне сәйкес жасанды нейронды желі көшілік байланысы бар параллель жұмыс жасайтын қарапайым процесорлардан тұратын есептүш жүйесі болып табылады. Жасанды НЖ модельдері адам мына сәйкес «ұйымдық» принциптерді кейбір дәрежеде елестетеді. НЖ құрылу үшін негізгі элемент рөлін жасанды нейрон (математикалық нейрон - бинарлық табалдырықтық (шектік, boundary) элемент) аткарады. Ол салмақтанған кіріс сигналдардың қосындысын есептейтін, алынған сигналды шектік мәнімен салыстыратын және нәтижелі сигналды блоктың (нейронның активациондық функциясын іске асырушы) кірісіне беретін негізгі элемент болып табылады. Кіріс сигналдардың салмақтанған қосындысын есептеу барысында математикалық нейрон шығысында «1» шамасында сигнал қалыптасады. Егер бұл қосынды анықталған табалдырықтан өссе, онда «0» болады.

Нейрондағы түрлендіру көбінесе активация функция көмегімен болады. Активация функциясы Колмогоровтың дифференциалды тендеулерімен сипатталады (жазылады).

НЖ өзара байланысқан нейрондардың жиынтығы болып табылады. НЖ-нің әр түрлі модельдері бар. Модельдер әралуан активационды функциялардың топологиясының байланысуы және өзара өрекет етуімен анықталады [3].

Желіде нейрондармен атқарылатын функцияларға байланысты оларды үш типке бөлуге болады:

- кіріс нейрондары, оларға кіріс өсерін кодтайтын вектор беріледі;
- шығыс нейрондары, шығыс мәндерін НЖ шығыстары көрсетеді;
- аралық нейрондары, НЖ негізін құраушысы.

НЖ екі кезеңмен құрылады:

- желінің түрін (сәулетін) тандау;
- желінің салмағын сұрыптау (оқыту).

Салмақтың саны үлкен болу мүмкін, сондыктан оқыту күрделі және ұзак үрдіс болып табылады. Оқыту үрдісінде НЖ кірісіне жаттығулық

жинағынан тізбектей мәліметтер түседі (кіріс сигналдар жинағы, векторлар жинағы және векторларға сәйкес шығыс сигналдар жинағы), содан кейін желінің накты және мақсатты (тілектенген) шығыстар арасындағы ауытқу шамасы анықталады. Кейін белгілі алгоритм көмегімен НЖ салмағы өзгереді (қателер кемиді).

НЖ-ні оқыту арқасында жаттығулық деректерге балама елеуге мүмкіндік алады және басқа да деректерді жақсы игереді. Сонымен катар, НЖ жалпылау қабілетіне ие. Оқытудағы қате аппроксимацияның сапалылығының жетіспеуінде және оқыту үрдісіндегі информацияның толық емес екенінде жатыр. Толық информацияны қалпына келтіру үшін оқытылған НЖ-ге 30% пайдалы сигнал жеткілікті. Техникалық диагностикада тұра таралған көп қабатты НЖ, радиалды-базисты желі және өзіндік ұйымдастыру қасиетіне ие НЖ кең таралған.

НЖ-ні классификатор түрінде колдану барысында диагностикалауда дефектілерді айқындау үшін көбінесе тұра таралған НЖ және өзіндік ұйымдастыру НЖ-сі қолданылады. Тұра таралған НЖ (катені кері тарату) әдетте әрбір нейрон келесі қабаттың барлық нейрондарының алдыңғы қабаттармен қосылатын қабаттардан туралы. Өзіндік ұйымдастыру НЖ-сі (оқытушысыз) жарысушы механизмін қолданады және женген нейрон немесе нейрон және көрші нейрондар тобы өз салмақтарын бейімдеуге мүмкіндік алады.

НЖ-ні қолдану орнына және өдісіне байланысты диагностикалау жүйесінде әр түрлі құрылымдары бар. Классификация мәселелерін шешу үшін НЖ құрылымын тандау кезінде келесі аспектілер ескеріледі:

- желіде нейрондардың және қабаттардың көптігінен оның қабілеттілігі жоғары болады және сонымен бірге бір мезгілде аппараттық ресурстарға қажеттілігі сонша көп болады;

- аппараттық ресурстардың аз болуымен, НЖ-нің жұмысы тез орындалады, яғни желінің жылдамдығы оның төмен күрделілігіне байланысты.

Бұл қайшылықтық талаптарды қанағаттандыру үшін НЖ құрылымының оптимизациялау мәселесін шешеді. Классификацияның дұрыс болу ықтималдығы берілген оқыту қателіктің мәніне және НЖ-нің әрбір қабатындағы нейрондардың санына байланысты болады. Қателік функциясы желінің ағымдағы шығысы мен идеалды

шығыс арасындағы айырмашылығын көрсетеді. Желіні табысты оқыту үшін қателік функциясын азайту (кеміту) қажет. Әрбір нейронның желіде өз салмағы болады. Қателік функциясын кеміту үшін нейронаралық байланысын бабына келтіру қажет.

### ӘДЕБІЕТ

1. Техническая диагностика и ремонтопригодность средств и комплексов связи//Под ред. С.П. Ксенза. – Л.: ВАС. – 1982. -216с.

2. Suewatanakul W., Himmelblau D.M. Fault Detection Via Artificial Neural Networks//Электронное моделирование. – Т.17. - №6. – С. 34-43.

3. Уоссерман Ф. Нейрокомпьютерная техника: Теория и практика. – М.: Мир, 1992. -184с.

4. Круглов В.В., Борисов В.В., Харитонов Е.В. Нейронные сети: конфигурация, обучение, применение. – Смоленск: Изд-во Моск. энерг. ин-та, 1998.

### Резюме

Отмечены современные тенденции в технической диагностике, а также методы диагностирования с использованием моделей. Приведены альтернативные методы, основанные на приемах искусственного интеллекта. Рассмотрены виды, структуры нейронных сетей и их применение в диагностике.

### Summary

Moden tendencies in a technical diagnose, diagnostical methods using the models were marked. Alternative methods, based on artificial intellect vethods were given. Types of neural network structure and their usage in the diagnostics were observed.