



Вашпанов, Ю. О. Сучасні сенсори автоматичних систем [Текст]: навч. посіб. / Вашпанов Юрій Олександрович. - Одеса : ВМВ, 2014. - 240 с. : рис. - Бібліогр.: с. 227-229. - ISBN 978-966-413-509-9.

Навчальний посібник присвячений питанням застосування нового покоління smart (intelligent) сенсорів для сучасних автоматичних систем. Розглянуті питання сучасних нанотехнологій для створення інтелектуальних сенсорів, наведено основні дані про сучасні наносенсори, сучасні цифрові технології обробки сигналів та засобів бездротової передачі даних, спеціалізовані мікроконтролери. Завдяки впровадженню в сенсори вбудованої логіки для виконання контрольних вимірювальних і комунікаційних функцій для автоматичних пристроїв,

вони перетворилися на автономні інтелектуальні прилади автоматики. Обговорюються питання систем машинного зору, створення роботів та наведені відомості про роботизовані виробництва. Обговорюються питання про модернізацію вимірювально-інформаційних систем автоматизації за рахунок масштабної сенсоризації виробництва.

Для магістрів та аспірантів вищих технічних навчальних закладів і спеціалістів з автоматизації технологічних процесів.

ВСТУП

Сучасна сенсорика представляє в теперішній час цілий системний напрямок вимірювальної техніки та автоматики, інтегруючі явища, ефекти, процеси та алгоритми з таких галузей знань, як фізика, хімія, біологія, інформатика, електротехніка, теплотехніка електроніка, оптика, генетика та інших природничо-наукових, технічних і біологічних дисциплін. Перехід до адаптивних, розумних, інтелектуальних сенсорів асоціюється з відомим афоризмом В. Шекспіра: "Відчувати - це бути, роздумувати - це жити". Розумні сенсори (smart sensors) і трансд'юсери (transducers), організовані або самоорганізовані в сенсорній мережі, створювані з використанням сучасних мікро- і нанотехнологій - новий етап розвитку високотехнологічних виробництв, робототехніки та ключовий напрямок розвитку комфортного і безпечного середовища та ефективної життєдіяльності людини.

Розробка все більш складних інтелектуальних сенсорів і сенсорних систем, призначених для автоматизації виробничих і технологічних процесів, є основним напрямком діяльності численних дослідницьких груп, промислових підприємств і фірм за кордоном. Завдяки впровадженню в сенсори вбудованої логіки для виконання контрольних-вимірних і комунікаційних функцій для автоматичних пристроїв, вони перетворилися на автономні інтелектуальні прилади.

Бурхливий розвиток інтегральної схемотехніки на основі нанотехнологій призвів до створення принципово нових вимірних перетворювачів - інтелектуальних сенсорів (smart, intelligent sensors), що містять в одному корпусі нанорозмірні перетворювачі і мікропроцесор, які дозволяють виконувати основні операції по перетворенню і підвищенню достовірності вимірної інформації в місці її виникнення. Для управління складними динамічними об'єктами використовуються новітні методи і технології штучного інтелекту як засобу боротьби з невизначеністю зовнішнього середовища.

Використання інтелектуальних сенсорів дає можливість по-новому підійти до розподілу функцій між основними елементами систем контролю та управління, зокрема, звільнити центральний процесор від необхідності обробки великих обсягів первинної інформації.

Використання інтелектуальних сенсорів дозволяє забезпечити виконання відповідних функцій, що підвищують інформативність вихідного сигналу, формування потоку даних з необхідною достовірністю на основі аналізу досить великого числа результатів окремих, відносно недостовірних джерел інформації. Сучасні сенсори являють собою сукупність апаратних і програмних засобів, що забезпечують відображення властивостей об'єкта контролю або управління у вигляді деякої структури даних, формованих в результаті обробки вихідного сигналу вимірних перетворювача за певним алгоритмом.

Можна надати таке визначення інтелектуального сенсора, як сенсора, що володіє здатністю автоматичної адаптації до джерела сигналу і навколишнього середовища, а також здатністю контролювати свої функції, коригувати помилки вимірювань. Сучасні сенсори представляють собою електронні пристрої, які засновано на об'єднанні чутливих елементів, схем перетворення сигналів і засобів мікропроцесорної техніки. Використання сучасних мікропроцесорів і мікроконтролерів безпосередньо забезпечує можливість поліпшення метрологічних та експлуатаційних характеристик. З вище сказаного випливає, що при використанні нових технологій і методів обробки сигналів на добре відомих принципах вимірювання створюються вимірні пристрої зі значно кращими властивостями.

Зараз в Україні існує дефіцит учбової літератури щодо засобів сучасної сенсорної техніки. Навчальні посібники і підручники, що використовуються, застаріли і не відповідають світовому рівню технологій та техніки. В навчальному посібнику в дуже стислій формі описані сучасні досягнення технології інтелектуальних сенсорів (smart, intelligent sensors) для

використання в системах автоматизації. Автор використовує власний досвід з автоматизації технологічних вимірювань, працював декілька років в технологічному університеті міста Сеул (Південна Корея).

Книга адресована в першу чергу новій українській генерації інженерів, які вибрали спеціальність автоматизації технологічних процесів, і знайомить з деякими результатами третьої промислової революції, яка відбувається в теперішній час в розвинених країнах.

Зміст

Вступ	3
РОЗДІЛ 1. ОСНОВИ СЕНСОРИКИ	5
1.1. Загальні характеристики датчиків (сенсорів).....	5
1.1.1. Фізичні ефекти для створення сенсорів.....	5
1.2. Передавальна функція.....	7
1.3. Математична модель сенсора.....	8
1.4. Функціональні наближення.....	9
1.5. Багатовимірні передавальні функції.....	10
1.6. Чутливість сенсора.....	11
1.7. Калібрування.....	11
1.7.1. Помилки калібрування.....	12
1.7.2. Гістерезис.....	12
1.7.3. Насичення.....	13
1.7.4. Стабільність.....	13
1.7.5. Роздільність.....	13
1.7.6. Формат виводу.....	14
1.8. Динамічні характеристики.....	14
1.9. Надійність.....	18
1.10. Невизначеність.....	20
1.11. Фактори, що заважають.....	20
1.12. Збереження коректувальних параметрів.....	22
1.13. Метрологічна точність.....	23
1.14. Тенденції розвитку сучасній сенсорики.....	23
РОЗДІЛ 2. СЕНСОРИ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗАЦІЇ	25
2.1. Інтелектуальні системи керування — сучасний напрямок розвитку автоматичних систем.....	25
2.2. Роль сенсорів в системах автоматизації. Smart (intelligent) sensors-сучасний напрямок розвитку автоматичних систем. Сенсоризація виробництва - третя промислова революція вслід за машино-енергетичною та інформаційно- комп'ютерною.....	34
2.2.1. Структурні схеми інтелектуальних сенсорів.....	40

2.2.2. Метрологічні характеристики інтелектуальних сенсорів.....	41
2.2.3. Обробка сигналу сенсора	42
2.2.4. Сенсорні кластери.....	44
2.3. Сучасні нанотехнології — основа виробництва нового покоління smart (intelligent) сенсорів з електронними схемами обробки та передачі даних	46
2.4. Автоматичне керування метрологічними параметрами нового покоління фотовольтаїчних наносенсорів у програмному середовищі NI LabView.....	55
РОЗДІЛ 3. СУЧАСНІ НАНОСЕНСОРИ	69
3.1. Сучасні наносенсори на основі MicroElectroMechanical System (MEMS) технологій.....	69
3.1.1. MEMS сенсори тиску.....	70
3.1.2. П'єзо резистивні MEMC сенсори тиску	74
3.1.3. Сенсор вітру	81
3.1.4. Гіроскопи на основі MEMC технологій	83
3.2. Сучасні електричні та магнітні наносенсори	84
3.2.1. Кремнієві резистивні РТС сенсори температури	84
3.2.2. Металеві резистивні RTD датчики температури.....	86
3.2.3. Електронні інтегральні наносенсори температури	87
3.2.4. Сучасні магнітні наносенсори	90
3.2.5. Сенсори Холла	92
3.2.6. Сенсори на основі гігантського магніторезистивного (GMR) ефекту...95	
3.2.7. Надчутливі магнітні наносенсори на СКВИДах	97
3.3. Сучасні оптичні наносенсори	98
3.3.1. Оптичний далекомір.....	101
3.3.2. Пасивні інфрачервоні детектори	102
3.3.3. Інфрачервоні вологоміри сипучих матеріалів	103
3.3.5. Оптичні сенсори диму	104
3.3.6. Оптоволоконні сенсори.....	104
3.3.7. Напівпровідникові сенсори іонізуючого випромінювання	116
3.3.8. Наносенсори зображень	118
3.3.9. Інфрачервоні термометри. Пірометри	120
3.3.10. Мікрохвильові сенсори руху	122
3.3.11. GPS навігатори.....	123
3.4. Сучасні акустичні наносенсори.....	125
3.4.1. Сенсори звука	126
3.4.2. Ультразвуковий далекомір.....	127
3.5. Сучасні хімічні і біологічні наносенсори. Технологія “Lab on Chip” ...	130
3.5.1. Приклади сучасних хімічних сенсорів.....	133
3.5.2. Хімічні наносенсори складу газів на основі польових транзисторів...134	
3.5.3. Системи хімічних наносенсорів електронного запаху і смаку	136
3.5.4. Нанобіосенсори.....	140
3.5.5. Сучасні сенсори в харчових і переробних виробництвах.....	151

3.5.6. Технологія “Lab on Chip”	153
---------------------------------------	-----

РОЗДІЛ 4. СУЧАСНІ ЦИФРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ В SMART (INTELLIGENT) СЕНСОРАХ.....

4.1. Відомості про сучасну елементну базу цифрової електроніки.....	156
4.1.1. Обробка сигналів у багатосенсорних системах.....	157
4.1.2. Посилення і зрушення рівня сигналу аналоговий вхідний блок.....	158
4.1.3. Перетворення аналогового сигналу в цифрової код.....	159
4.2. Мікроконтролери	162
4.2.1. Мікроконтролери компанії Microchip серії PIC16Cx.....	166
4.2.2. Сімейство мікроконтролерів Texas Instruments	167
4.2.3. Платформа Arduino.....	168
4.3. Сучасні крипто-процесори і смарт-карти.....	170
4.4. Сучасні цифрові технології обробки сигналів в smart (intelligent)сенсаорах.....	172
4.4.1. Цифрова фільтрація	174
4.4.2. Усунення помилок цифрового перетворення	176
4.4.3. Системи автоматичного калібрування.....	176
4.5. Сенсорні мережі.....	177
4.5.1. Сучасні мультисенсорні мікропроцесорні системи	180
4.5.2. Дротові мережі	181
4.5.3. Бездротові мережі	181
4.6. Бездротова технологія роботи сучасних сенсорів.....	182
4.6.1. Інтелектуальні бездротові GSM сенсори руху	189
4.6.2. Приймачі бездротових GSM сенсорів	190
4.6.3. Технологія “Розумний будинок”	192
4.7. Сучасні технології машинного зору (machine vision).....	193
4.8. Сенсорні екрани.....	202
4.8.1. Резистивні сенсорні екрани	203
4.8.2. Ємнісні сенсорні екрани	204
4.8.3. Проекційно-ємнісні сенсорні екрани.....	206
4.8.4.Технологія Acoustic Pulse Recognition (APR).....	207
4.8.5. Хвильові сенсорні екрани.....	208
4.8.6. Інші, рідкісні типи сенсорних екранів.....	209
4.8.7. Multi-touch technology.....	210
4.8.8. Деякі особливості різних типів сенсорних екранів.....	211
4.8.9. Використання сенсорних екранів в світі.....	212
4.8.10. Сенсорні екрани в системах управління та автоматизації.....	213
4.9. Відомості про сучасні роботи та роботизовановиробництво.....	215
4.9.1. Навіщо будувати роботів?	216
4.9.2. Промислові роботи	216
4.9.3. Телероботи.....	219
4.9.4. Мобільні роботи.....	220
4.9.5. Підводні роботи	221
4.9.6. Медичні роботи і нанороботи.....	221

4.9.7. Роботи-гуманоїди.....	223
Висновки	225
Література	227
Додаток. Терміни та поняття	230