



Δ.Π.Μ.Σ.  
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ  
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ  
ΔΙΚΤΥΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ  
ΚΑΘ. Α.Α.ΟΙΚΟΝΟΜΙΔΗΣ  
ΔΑΜΙΑΝΟΣ ΘΕΟΔΩΡΟΣ  
ΜΑΙΟΣ 2016

MASTER IN  
INFORMATION SYSTEMS  
COMPUTER NETWORKS  
PROF. A.A.ECONOMIDES  
DAMIANOS THEODOROS  
MAY 2016

# **ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ ΣΤΟΝ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟ**

-

# **SENSOR NETWORKS IN SPORTS**

## **ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Το Internet of Things αποτελεί πλέον το επόμενο βήμα στον κόσμο της τεχνολογίας. Μπορεί να ακούγεται επαναστατικό και καινοτόμο, ουσιαστικά όμως δεν είναι κάτι εξ ορισμού καινούριο, γιατί έχει βασιστεί στην εξέλιξη της τεχνολογίας τα τελευταία χρόνια. Κατά τη διάρκεια της εξέλιξης αυτής, οι συσκευές έγιναν μικρότερες και οι επιδόσεις του βελτιώθηκαν σε βαθμό που θα μπορεί να φέρει τεράστιες αλλαγές σε πολλούς τομείς. Ένας από αυτούς του τομείς είναι ο αθλητισμός. Η χρήση του Internet of Thing στον τομέα του αθλητισμού έχει γίνει κυρίως με την χρήση αισθητήρων για την μέτρηση της ταχύτητας και της δύναμης και στην συνέχεια την αποτύπωση τους σε πραγματικό χρόνο. Η συγκεκριμένη μελέτη πραγματεύεται την εφαρμογή νέων τεχνολογιών στο χώρο του σπορ.

## **ABSTRACT**

Internet of Thing considered now the next big step to the world of technology. It might be heard revolutionary and but is not something new at all, because is based on the development of technology. During this development, the devices became smaller and their tasks improved in such level that can bring huge changes in many fields. One of those fields is sports. Internet of Things in sports until now was appeared through sensors which measured speed and power and in real time. In this study we will be informed about the use of new technologies in the field of sports.

## ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΘΕΜΑΤΟΣ

Τα Ασύρματα Δίκτυα Αισθητήρων ( Wireless Network Sensor, WSN) αποτελούν ένα σύνολο διεσπαρμένων αισθητήρων, που είναι υπεύθυνοι για την παρακολούθηση και την καταγραφή των φυσικών συνθηκών του περιβάλλοντος και την οργάνωση των συλλεφθέντων δεδομένων σε μία τοποθεσία. Ένα ασύρματο δίκτυο αισθητήρων μπορεί να αποτελείται από μερικές χιλιάδες σταθερών/κινητών κόμβων αισθητήρων που συλλέγουν και καταγράφουν πληροφορίες, τις επεξεργάζονται και στην συνέχεια παρουσιάζουν τα αποτελέσματά τους. Τέτοιες πληροφορίες μπορεί να είναι η θερμοκρασία, η υγρασία, η πίεση, ο θόρυβος, η ταχύτητα, η δύναμη, τα σεισμικά και τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα. Σήμερα πλέον τα Ασύρματα Δίκτυα αισθητήρων αποτελούν ένα πολλά υποσχόμενο πεδίο αναφοράς στις ασύρματες επικοινωνίες.

Στην παρούσα εργασία θα παρουσιαστούν εφαρμογές των ασύρματων δικτύων αισθητήρων στον αθλητισμό.

Πιο συγκεκριμένα θα παρουσιαστούν εφαρμογές με:

1. Ασύρματους αισθητήρες σε γήπεδα/στάδια
2. Ασύρματους αισθητήρες σε μπάλες
3. Ασύρματους αισθητήρες στο σώμα

## ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΩΝ

### 1. ΑΣΥΡΜΑΤΟΙ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΣΕ ΓΗΠΕΔΑ/ΣΤΑΔΙΑ

#### Μπάσκετ – Slam Force Net System

Ερευνητές του MIT (Massachusetts Institute of Technology – Πανεπιστήμιο στην πόλη Cambridge της πολιτείας Μασαχουσέτη των ΗΠΑ.) προσαρμόζοντας αισθητήρες στην στεφάνη της μπασκέτας, της οποίας η αντίσταση μεταβάλλεται με τον βαθμό τεντώματος, κατάφεραν να μετρήσουν την δύναμη που ασκούν οι αθλητές όταν επιχειρούν Slam Dunk με αποτέλεσμα να δημιουργήσουν το Slam Force Net System.



Η εφαρμογή αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί στις προπονήσεις, σε αγώνες και σε διαγωνισμούς καρφωμάτων όπως το 2012 που χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά στο All-Star Game - Slam Dunk Contest του NBA.

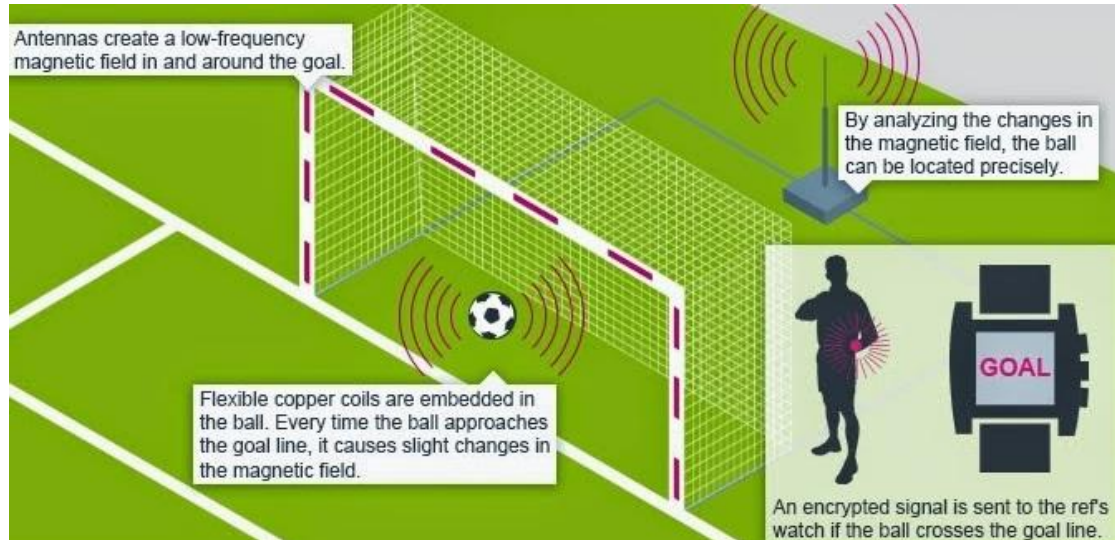
Σύμφωνα με ερευνητές, το Slam Force Net System είναι μακράν πιο φθηνό και πιο αξιόπιστο, σε σύγκριση με άλλου είδους εφαρμογές που χρησιμοποιούν αισθητήρες που μελετούν δεδομένα που έχουν να κάνουν με την κινησιολογία των αθλητών.

#### Ποδόσφαιρο – Goal Line Tracking (GLT) System

Το σύστημα GLT είναι μια μέθοδος που χρησιμοποιείται στα ποδοσφαιρικά γήπεδα για να προσδιορίζει εάν κάποιο γκολ επιτεύχθηκε (έχει περάσει ολόκληρη την γραμμή της εστίας) ή όχι. Ο στόχος του GLT δεν είναι αντικατάσταση των διαιτητών, αλλά η λειτουργία τους ως ένα σύστημα που θα βοηθήσει τους διαιτητές στην διαδικασία λήψης αποφάσεων κατά την διάρκεια ενός αγώνα.

Αποτελείται από ηλεκτρικά καλώδια τα οποία τοποθετούνται στα δοκάρια της εστίας και στον χλοοτάπητα στην περιοχή της γραμμής του τέρματος. Το μέγεθος του ρεύματος που περνάει από κάθε καλώδιο είναι διαφορετικό. Αυτό γίνεται για να επιτευχθεί η δημιουργία διαφορετικών μαγνητικών πεδίων.

Ένας αισθητήρας στην μπάλα είναι αρκετός ώστε να καταγράψει το μαγνητικό πεδίο στο οποίο πλησίασε περισσότερο. Ο αισθητήρας στέλνει αυτές τις πληροφορίες μέσω ενός ασύρματου σήματος, από δύο κεραίες που βρίσκονται στο πίσω μέρος της εστίας, σε έναν υπολογιστή όπου σε λιγότερο από ένα δευτερόλεπτο αναλύεται αν η μπάλα πέρασε την γραμμή της εστίας και ειδοποιείται ο διαιτητής.



Τον Ιούλιο του 2012 η IFAB (International Football Association Board) ενέκρινε την χρήση του GLT στα ποδοσφαιρικά γήπεδα, ωστόσο λόγω του μεγάλου κόστους του χρησιμοποιείται μόνο σε αγώνες υψηλού επιπέδου.

## 2. ΑΣΥΡΜΑΤΟΙ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΣΕ ΜΠΑΛΕΣ

### Μπάσκετ – 94Fifty Sport Technology – Basketball with Motion Sensor



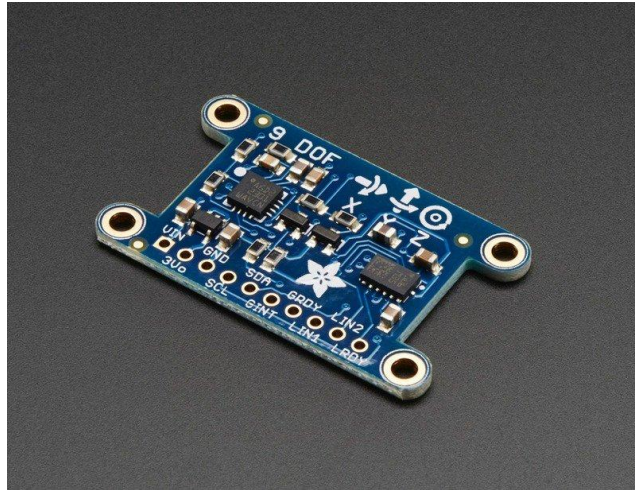
Η 94Fifty είναι μια έξυπνη μπάλα μπάσκετ που ανέπτυξαν οι ειδικοί της InfoMotion Sports Technologies (εταιρεία που ασχολείται με την ανάπτυξη αισθητήρων κίνησης), η οποία αποτελείται από την αντίστοιχη εφαρμογή της για iPhone και iPads. Σύμφωνα με την κατασκευάστρια εταιρεία, η 94Fifty αποτελεί το πιο προηγμένο τεχνολογικά αθλητικό προϊόν που μπορεί να καταγράφει τις κινήσεις των παικτών και να της παρουσιάζει σε πραγματικό χρόνο.

Στο εσωτερικό της περιλαμβάνει ένα τριαξονικό επιταχυντή και ένα γυροσκόπιο για την καταγραφή της κίνησης της μπάλας. Επίσης προσφέρει άμεση απόκριση – φωνητική ή οπτική – σε κάθε ντρίπλα ή σουτ που επιχειρεί ο χρήστης.



*Το γυροσκόπιο είναι μια συσκευή που μπορεί να διατηρεί τον προσανατολισμό της ενώ βρίσκεται σε περιστροφική κίνηση. (Wikipedia – Γυροσκόπιο)*

Σκοπός της δημιουργία της είναι η βελτίωση των επιδόσεων των παικτών μέσω της καταγραφής μετρήσεων όπως η αναπήδηση, ο χρόνος επαφής της μπάλας με το έδαφος, ο χρόνος επαφής της μπάλας με τον χειριστή, ο ρυθμός περιστροφής, η ταχύτητα, η καμπύλη του σουτ, ακόμα και ο τρόπος που χειρίζονται την μπάλα ή κινούνται με αυτήν εντός γηπέδου.



*Ο 9DOF (9 Degrees of Freedom) είναι ένας αισθητήρας που μπορεί να συλλέγει πληροφορίες για 9 διαφορετικά δεδομένα κίνησης που σχετίζονται με τον προσανατολισμό όπως είναι η επιτάχυνση και η γωνιακή ταχύτητα.*

Ο τρόπος με τον οποίο είναι ενσωματωμένος ο αισθητήρας 9DOF στην μπάλα μοναδικός. Σύμφωνα με ειδικούς υπάρχει μια κοιλότητα στο εσωτερικό της μπάλας όπου βρίσκεται ο πυρήνας των αισθητήρων. Το περίβλημα είναι φτιαγμένο από εύκαμπτο υλικό για να μην επηρεάζεται από την διαφορά στην πίεση που έχουν το εσωτερικό μέρος με το εξωτερικό.

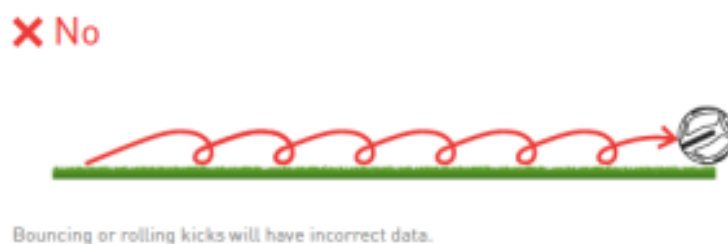
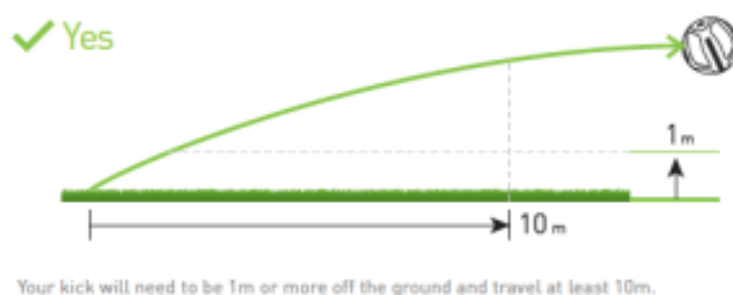
Στη πρώτη φάση της «ζωής» της, η 94Fifty απαιτούσε την συχνή φόρτιση της μπαταρίας της μέσω ρεύματος. Η νέα έκδοσή της όμως με την χρήση του Bluetooth έχει ασύρματη φόρτιση.

## Ποδόσφαιρο – Adidas MiCoach – Smart Soccer Ball

Δεν αποτελεί έκπληξη ότι η νέα smart ball έρχεται από την Adidas διότι είναι η εταιρεία που δημιούργησε την πρώτη επίσημη μπάλα για το Παγκόσμιο Κύπελλο Ποδοσφαίρου το 1970.

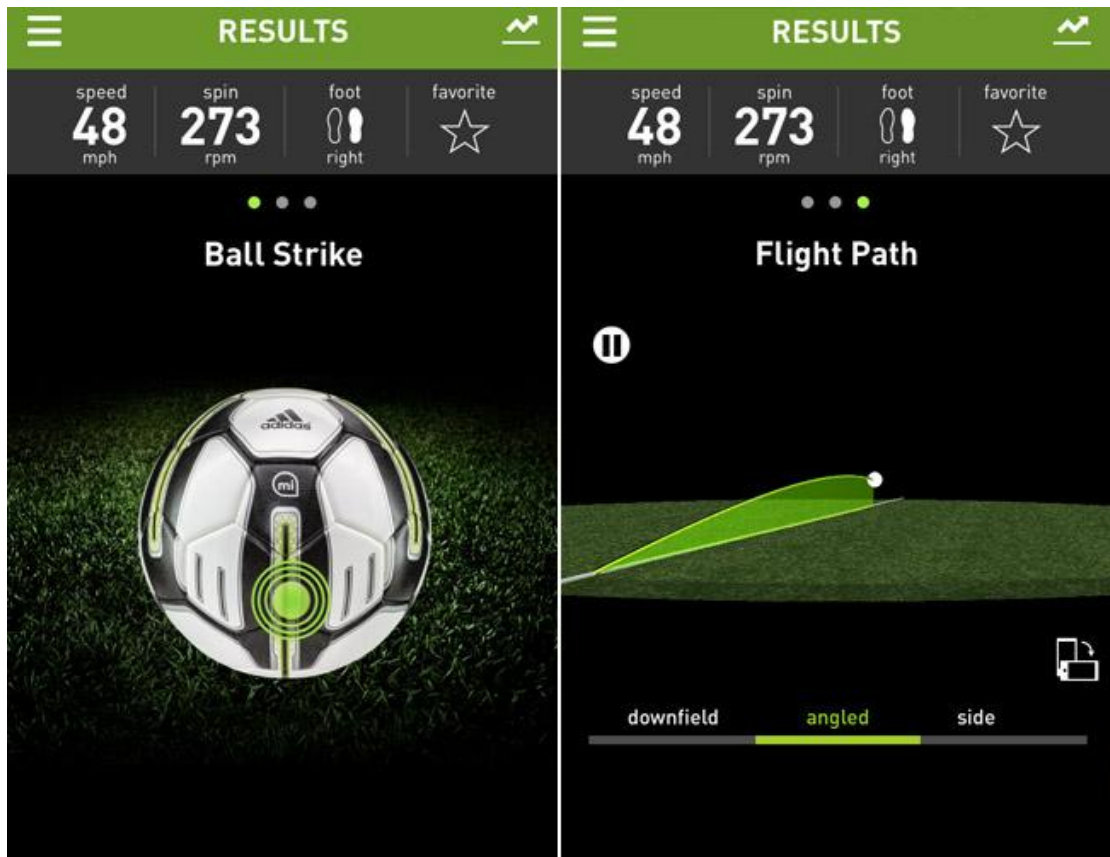
Η Adidas MiCoach Smart Ball έχει σχεδιαστεί με τον πυρήνα των αισθητήρων να βρίσκεται στο κέντρο της μπάλας. Ωστόσο σε αυτήν την περίπτωση αυτό γίνεται με την βοήθεια δώδεκα στηριγμάτων από συμπαγές και άκαμπτο υλικό, για το οποίο δεν υπάρχουν πληροφορίες. Η Adidas έχει βραβευθεί με το δίπλωμα ευρεσιτεχνίας για τον τρόπο καλωδίωσης των αισθητήρων και ενός τριαξονικού επιταχυντή, όπως και για την τοποθέτηση τους με τέτοιο τρόπο που να μην επηρεάζεται η ισορροπία της μπάλας.

Όταν έρθει η ώρα όμως η smart ball να χρησιμοποιηθεί στον αγωνιστικό χώρο τυγχάνει να εμφανίζονται ορισμένα μειονεκτήματα. Μειονέκτημα αποτελεί το γεγονός ότι για την ανάλυση ενός σουτ υπάρχουν οι εξής προϋποθέσεις. Θα πρέπει, η μπάλα να είναι σταθερή στο έδαφος, να επιλεγθεί στην οθόνη η επιλογή “Kick it”, και τέλος η πορεία που θα ακολουθήσει η μπάλα να έχει τουλάχιστον πάνω από ένα μέτρο ύψος και να διανύσει απόσταση μεγαλύτερη των δέκα μέτρων.



Λίγα δευτερόλεπτα μετά το σουτ, το iPhone του χρήστη δίνει αποτελέσματα σχετικά με την τροχιά της μπάλας, την ταχύτητα της και την περιστροφική της κίνηση όπως φαίνεται στην εικόνα που ακολουθεί.





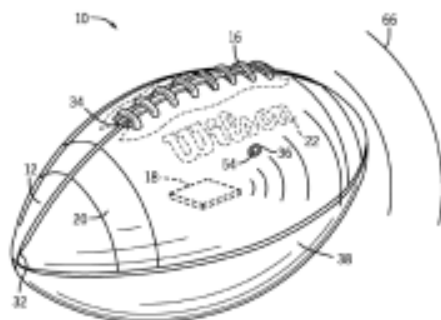
### Κρίκετ – Smart Cricket Ball

Η ομάδα Sportzedge (ερευνητική ομάδα του RMIT) στο RMIT University (Royal Melbourne Institute of Technology) ανέπτυξε ένα σύστημα αισθητήρων που τοποθέτησε σε μια μπάλα κρίκετ για την μέτρηση του ρυθμού περιστροφής της και τον υπολογισμό της θέσης της και της κίνησης της. Λόγω του υψηλού ρυθμού περιστροφής η Smart Cricket Ball δεν είναι κατασκευασμένη με τον τυπικό τρόπο κατασκευής, προκειμένου να συστεγάσει όλους τους απαραίτητους αισθητήρες και την συνδεσμολογία τους, να τηρήσει τα όρια βάρους και να κρατήσει τα 2 ημισφαίρια σε ισορροπία.

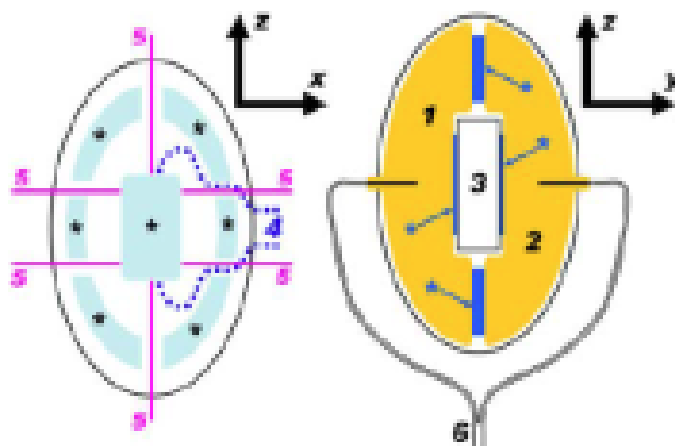


## Ράγκμπι – Smart Oval Ball

Η ίδια ομάδα που δημιούργησε την Smart Cricket Ball ανέπτυξε επίσης την Smart Oval Ball για τους αγώνες στο ράγκμπι με στόχο την μέτρηση και αξιολόγηση την δυναμικής της μπάλας και την ακρίβεια εκτέλεσης φάουλ.



Η διαφορά της Smart Oval Ball είναι ο τρόπος δόμησης του εσωτερικού της. Περιλαμβάνει δύο κύστες που «στριμώνουν» ότι υπάρχει από αισθητήρες και καλώδια συνδεσιμότητας στο μέσο της μπάλας. Οι κύστες διογκώνονται ταυτόχρονα για την διατήρηση της ομοιογένειας στο εσωτερικό της μπάλας.



### 3. ΑΣΥΡΜΑΤΟΙ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΣΤΟ ΣΩΜΑ

#### Αμερικάνικο ποδόσφαιρο

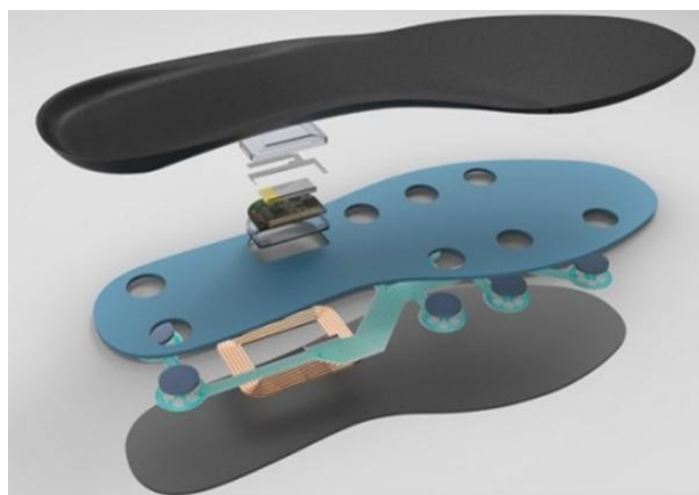
Κατά καιρούς το εθνικό πρωτάθλημα αμερικάνικου ποδοσφαίρου έχει επενδύσει αρκετά λεφτά σε έρευνες για την διάγνωση τραυματισμών του κρανίου και του εγκεφάλου των ποδοσφαιριστών. Το «έξυπνο» κράνος που κατασκεύασε η Riddell – η επίσημη χορηγός κρανών στο NFL(National Football League: η διοργανώτρια αρχή του πρωταθλήματος στο άθλημα αμερικάνικου ποδοσφαίρου των ΗΠΑ.) έχει αισθητήρες που ειδοποιούν το προπονητικό team, που βρίσκονται εκτός αγωνιστικού χώρου, όταν κάποιος παίχτης χτυπήσει στο κεφάλι πάνω από κάποιο συγκεκριμένο βαθμό σοβαρότητας. Το σύστημα αυτό μπορεί να κρατάει reports τραυματισμών καθ' όλη την διάρκεια του χρόνου.



Ο αισθητήρας που τοποθετείται στο κράνος ενεργοποιεί ένα κόκκινο LED το οποίο αναβοσβήνει όταν ανιχνεύσει ξαφνική επιτάχυνση.

#### Μπάσκετ – Nike+ Sports Sensor (Hyperdunk+)

Πρόκειται για ένα αθλητικό παπούτσι της εταιρείας Nike που δημιουργήθηκε για αθλητές του μπάσκετ, εξοπλισμένο με αισθητήρες στην σόλα. Οι αισθητήρες «διαβάζουν» κάθε κίνηση του αθλητή και συγχρονίζονται με τον Smartphone επιτρέποντας του να βλέπει την ταχύτητά του, το ύψος του άλματος του κ.α. σε πραγματικό χρόνο.



- Περιλαμβάνει ένα τριαξονικό επιταχυντή και τέσσερις αισθητήρες που επικοινωνούν ασύρματα μέσω Bluetooth με το smart phone ή τον υπολογιστή του χρήστη.
- Καταγράφει την πίεση που ασκείται στο πέλμα, το ύψος αλμάτων, και τον αριθμό βημάτων ανά δευτερόλεπτο.
- Προσαρμόζει το πρόγραμμα εκγύμνασης με βάση τις καταγραφές.

### **Πυγμαχία – Sensor Boxing Gloves**

Ίσως να φανεί λίγο περίεργο αλλά το Αμερικάνικο τηλεοπτικό δίκτυο HBO (Home Box Office) κατασκεύασε ένα σύστημα αισθητήρων για γάντι του μποξ που δείχνει την ταχύτητα της γροθιάς σε πραγματικό χρόνο. Με μια κίνηση που φαίνεται λίγο περίεργη για πολλούς, φαίνεται πως εφηύρε ένα σύστημα αισθητήρων για γάντια του μποξ, ώστε να δείξει τις ταχύτητες ενός χτυπήματος σε πραγματικό χρόνο.

Το HBO ενδιαφέρθηκε, εφηύρε και κατοχύρωσε με το δίπλωμα ευρεσιτεχνίας αυτή την τεχνολογία περισσότερο από άλλες εταιρείες για να την χρησιμοποιεί ενώ εκπέμπει ζωντανά αγώνες πυγμαχίας.

Σύμφωνα με το VentureBeat (διαδικτυακή εφημερίδα με τεχνολογικό περιεχόμενο) η τεχνολογία πίσω από το δίπλωμα ευρεσιτεχνίας δείχνει πόσο γρήγορα και δυνατά μια γροθιά έχει ριχτεί, ενώ ο αισθητήρας θα εγκατασταθεί σε ένα γάντι του μποξ και το σώμα ενός μπόξερ θα μπορούσε να πει σε πραγματικό χρόνο τη δύναμη με την οποία μια γροθιά ρίχνεται στον αντίπαλο. Η τεχνολογία αυτή ονομάζεται Punch-Force και χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις όπως όταν ο μπόξερ ψευδώς οδηγείτε σε Knock-out.



Το δίπλωμα ευρεσιτεχνίας περιγράφει την τεχνολογία ως έχουσα ένα γυροσκόπιο και ένα επιταχυντή ενσωματωμένο στο μπροστινό μέρος του γαντιού πυγμαχίας. Όταν χρησιμοποιείται το γάντι του μποξ, μια βάση δεδομένων με το προφίλ πολλών κινήσεων των προηγούμενων χτυπημάτων ενεργοποιείται, έτσι μια πολύ καλύτερη σύγκριση της παρούσας γροθιάς και των παρελθόντων μπορεί να εμφανιστεί, έτσι ώστε να μπορείτε να παρακολουθείτε την πρόοδό του πυγμάχου με μεγαλύτερη ακρίβεια. Σύμφωνα με το VentureBeat, οι αισθητήρες είναι αρκετά ευαίσθητοι για να πάρουν όλα τα είδη των στατιστικών στοιχείων όπως ο χρόνος και η ταχύτητα μιας γροθιάς.

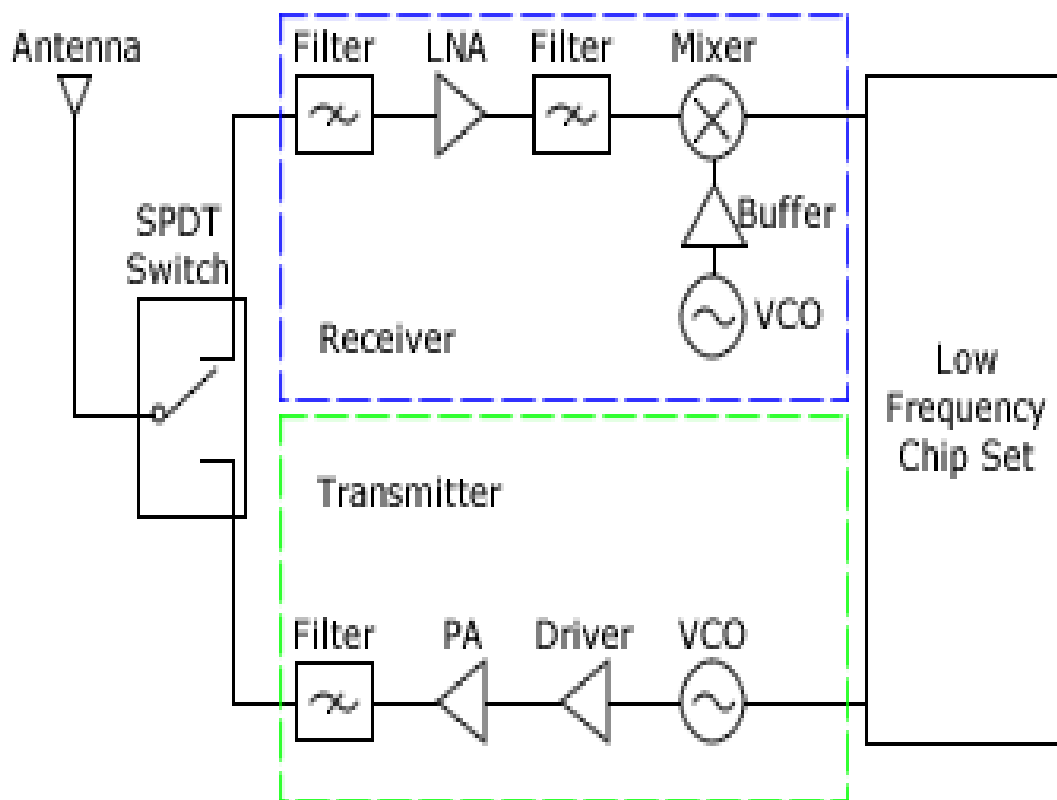
### Τρέξιμο – Adidas MiCoach



Ένα καλό παράδειγμα χρήσης αισθητήρων στον αθλητισμό είναι το τρέξιμο. Αισθητήρες έχουν χρησιμοποιηθεί κατά καιρούς στις σόλες αθλητικών παπουτσιών για μετρήσεις δύναμης, ταχύτητας και κραδασμών. Μια τελευταία έρευνα, που χρησιμοποιούνται αισθητήρες στα πέλματα αθλητικών παπουτσιών, επικεντρώνεται στην μέτρηση του χρόνου που το παπούτσι αγγίζει το έδαφος κατά την διάρκεια των σπριντ. Τα δεδομένα θα μπορούν να υποβληθούν άμεσα σε επεξεργασία και να εμφανίζουν τα αποτελέσματα στους δρομείς ώστε να μπορούν να προσαρμόζουν τις επιδόσεις τους με βάση την καταπόνηση των μυών τους.

- Αποτελείται από βηματοδότη με ηλεκτρικές διασυνδέσεις και μικροεπεξεργαστή, μετρητή βημάτων (τριαξονικό επιταχυντή) και καρδιογράφο.
- Ελέγχει την σωματοδομή του χρήστη και προσαρμόζει ανάλογα το πρόγραμμα εκγύμνασης του.
- Παρακολουθεί τους καρδιακούς παλμούς του χρήστη και χρησιμοποιεί όργανα όπως τον τριαξονικό επιταχυντή και το GPS για να καταγράφει μετρήσεις όπως ταχύτητα, επιτάχυνση, αποστάσεις και την θέση του χρήστη.
- Μεταφέρει πληροφορίες μέσω RF σε μια βάση δεδομένων, από όπου αποστέλλονται οι μετρήσεις στους προπονητές και στα iPads των χρηστών.





*Με τον όρο σήμα ραδιοσυχνότητας (RF) αναφέρεται το ασύρματο ηλεκτρομαγνητικό σήμα που χρησιμοποιείται ως μορφή επικοινωνίας. Τα ραδιοκύματα είναι μια μορφή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας που προσδιορίζονται μεταξύ συχνοτήτων 3Hz έως και 300GHz.*

## **ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Τα δίκτυα αισθητήρων αποτελούν μια σημαντική τεχνολογία ασύρματης δικτύωσης και έχουν γίνει πλέον μέρος της καθημερινότητά μας.

Υπάρχει μεγάλη ποικιλία αισθητήρων που χρησιμοποιούνται στον αθλητισμό σήμερα αλλά σίγουρα αυτή είναι μόνο η αρχή αναλογικά με τις πιθανές εφαρμογές τους.

Η χρήση των αισθητήρων έχει αλλάξει τον τρόπο που μέχρι τώρα βλέπαμε τον αθλητισμό και έχει συμβάλει στην εξέλιξη και των αθλημάτων αλλά και των αθλητών.

Υπάρχουν όμως ακόμα πολλές προκλήσεις, όπως και μεγάλος όγκος δεδομένων, στον αθλητισμό και αυτό μπορεί να αντιμετωπιστεί με νέες έρευνες πάνω στα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων.



## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

Ανάκτηση από Wikipedia

Internet of Things, Wireless sensor network, Massachusetts Institute of Technology, Goal-line technology, Γυροσκόπιο, National Football League, HBO, VentureBeat, Radio frequency, RMIT University (Royal Melbourne Institute of Technology)

Brandon Glenn (2012): *“Multi-axis” sensors can improve golf swings and personalize sports medicine.*

David DiPaola (2013) BIOMEMS 2013: *The Revolutionary Change in Sports from MEMS and Sensor Enabled Products.*

Jordan Novet (2013): *More sensors are coming to professional sports, but research outpaces business models.*

Julian Chua (2013): *Sports Technology Blog – Enabling technologies for sport and health.*

Ankina. (Scholar, Department of Computer Science and Applications Kurukshetra University, Kurukshetra, India (2014): *A Survey on Wireless Sensor Network based Approaches*

Gastone Ciuti, Leonardo Ricotti, Arianna Menciassi (2015): *MEMS Sensor Technologies for Human Centred Applications in Healthcare, Physical Activities, Safety and Environmental Sensing.*

Sebastijan Sprager and Matjaz B. Juric (2015): *Inertial Sensor-Based Gait Recognition.*

Πολύζος, Γ. (2015): *Η εποχή του Internet of Things.*

Haider A. Sabti, David V. Thiel (2015): *High reliability body sensor network using gesture triggered burst transmission.*

Kevin J. Frasier, Vincenzo F. Curto, Shirley Coyle, Ben Schazmann, Robert Byrne, Fernando Benito-Lopez, Róisín M. Owens, George G. Malliaras & Dermot Diamond (2015): *Wearable electrochemical sensors for monitoring performance athletes.*

Dan Nickolson (2015): *Football Helmet Sensors Ensure Young Athletes are Concussion-Free.*

Mark Sullivan (2015): *HBO patents boxing glove sensor tech that measures the power of punches.*

