

Mühendislik Bakış Açısıyla Cerrahi Robot Teknolojisinde Mevcut Durum Ve Beklentiler: Literatür Taraması

Süleyman TAŞGETİREN¹, Mehmet YALVAÇ², Özgür VERİM³

¹Bursa Orhangazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Bursa

²Afyon Kocatepe Üniversitesi, Bilgi İşlem Daire Başkanlığı, Afyonkarahisar

³Afyon Kocatepe Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar

(Geliş / Received : 07.07.2015 ; Kabul / Accepted : 24.10.2015)

ÖZ

1980'li yıllardan başlayarak endüstriyel robotikte sağlanan gelişmelerin cerrahi alanına da yaygınlaştırma çalışmaları hızlı bir artış göstermiştir. Ticari hale gelmiş robot sayısı sınırlı olmakla birlikte günümüzde çok çeşitli amaçlara yönelik cerrahi robot geliştirme çalışmaları yürütülmektedir. Konunun cerrahi açıdan değerlendirilmesi üzerinde hekimler tarafından çok sayıda çalışma yürütülmektedir. Cerrahi robotların mühendislik tarafında ise yapılması gereken daha bir çok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmada cerrahi robotlar üzerinde yürütülen mühendislik çalışmaları tarihsel süreç içinde ele alınmış, gelecek çalışmalara ışık tutulmaya gayret edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Cerrahi robotik, mühendislik, teknolojik gelişmeler

State of the Art and Expectations in the Surgical Robotics Technology from the Engineering Point of View: A Literature Review

ABSTRACT

Starting from 1980s, there is a rapid increase in the amount of studies for the extension of achievements in the industrial robotics to surgical field. Although a limited number of robots have become commercial to date, surgical robot development studies are carried out for various purposes. The assessment of the subject in surgical aspects is conducted by physicians. On the other hand, in the engineering side there are a lot more work to be done on the surgical robots. In this study, engineering studies conducted on surgical robots were discussed in the historical process and it is tried to shed a light on the future works.

Keywords: Surgical robotics, Engineering, technological achievement

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Sağladığı kolaylıklar nedeniyle, bilgisayar destekli sistemler her geçen gün insan hayatında daha fazla yer almaktadır. Bilgisayar destekli tasarım, üretim, eğitim gibi kavramlar uzun yıllardır kullanılmakta, bu kavramlar çerçevesinde geliştirilen sistemler de yaygın kullanım alanı bulmaktadır. Cerrahi alanında bilgisayar desteğinin kullanımı önceleri bilgisayarla bütünleşik cerrahi (computer integrated surgery- CIS) ve bilgisayar destekli cerrahi (computer aided surgery-CAS) olarak kullanılmaya başlanmış, daha sonra medikal robotik veya robotik manipülatör adıyla yaygınlaşmıştır [1-19].

Son zamanlarda Avrupa Endoskopik Cerrahlar Birliği (EAES) tarafından yayınlanan genel "cerrahide robot kullanımı konusundaki mutabakat metni" nin girişinde çekimsellik ifade edecek bir üslup tercih edildiği

görülmektedir. "Ameliyathanede ileri teknoloji uygulamaları yeni olmasa da, cerrahi robotların operasyon odalarında yer alması ile ilgili kabul süreçleri diğer teknolojik araçların kabul edilmesine göre bazı farklılıklar içermektedir. Şu anda ticari olarak cerrahi robot üreten ve pazarlayan tek hâkim şirket bulunmaktadır. Bu robotların hem satın alma hem de işletme maliyetleri birçok hastane için hala oldukça yüksek bulunmaktadır. Bundan başka, yüksek maliyet paydaşların karar mekanizmalarında önemli bir baskı oluşturmada ve prostatektomi ameliyatları gibi bazı özel durumlarda maliyeti karşılama endişesiyle gereğinden fazla kullanım gibi sonuçlar doğurmaktadır. Cerrahi yöntemin gerekliliği yanında, bu işlemin robotik cerrahi ile yapılması gerekip gerekmediği konularında hastaların iyi bir şekilde bilgilendirilmesi ve olabilecek alternatif tedavi yöntemleri hakkında aydınlatılmaları önem arz etmektedir. Robotik cerrahi, mutlaka somut delillere dayalı olarak uygulanmalıdır [20]."

* Sorumlu Yazar (Corresponding Author)

e-posta: tasgetiren@aku.edu.tr

Digital Object Identifier (DOI) : 10.2339/2016.19.3 231-244

Cerrahi alanında bilgisayarla bütünleşik sistemler, bilgisayar destekli ameliyat ya da medikal robotik olarak adlandırılan sistemlerin kullanımı 1980'li yıllarda başlamıştır [21-29]. Bu çalışmalarını takiben, bu alandaki çalışmalar hızlı bir artış göstermiştir. Taylor yaptığı 250'nin üzerindeki çalışmasıyla bilgisayarların cerrahi alanındaki kullanımının başlangıçtan beri öncüsü ve bu alandaki terminolojiyi oluşturan araştırmacı olmuştur [9]. Mart 2015 tarihinde Scopus veri tabanında "robotics" ve "surgery" kelimeleriyle yapılan taramada 15870 adet yayın bulunmuştur. Bu yayınların beşer yıllık aralıklara göre dağılımı Şekil 1'de verilmiştir. Şekilde ayrıca yayınlar içinden mühendislik alanlarında yapılanlar ayrılmış olarak da verilmiştir. Aynı şekilde bu alandaki Türkiye adresli yayınlar da gösterilmiştir.

Şekilden görüldüğü gibi, başlangıçta mühendislik ve sağlık alanındaki yayınlar başa baş seyredirken, ortaya konan cerrahi sistemlerin yaygınlık kazanmaya başladığı 1990'lı yıllardan itibaren sağlık alanındaki yayınlar hızla artmış, mühendislik alanındaki artış ise daha sınırlı kalmıştır. Bu alandaki Türkiye adresli yayınların toplamı 189 olup, ilk yayınlar 2000'li yıllardan itibaren görülmekte ve daha ziyade sağlık alanındaki çalışmaları içermektedir. Robot sistemlerinin tasarım ve üretimini içeren araştırma çalışmalarının yer aldığı mühendislik alanındaki çalışmalar ise daha sonra görülmeye başlanmış (2005 yılından itibaren) ve çok daha sınırlı oranda kalmıştır [31-37].

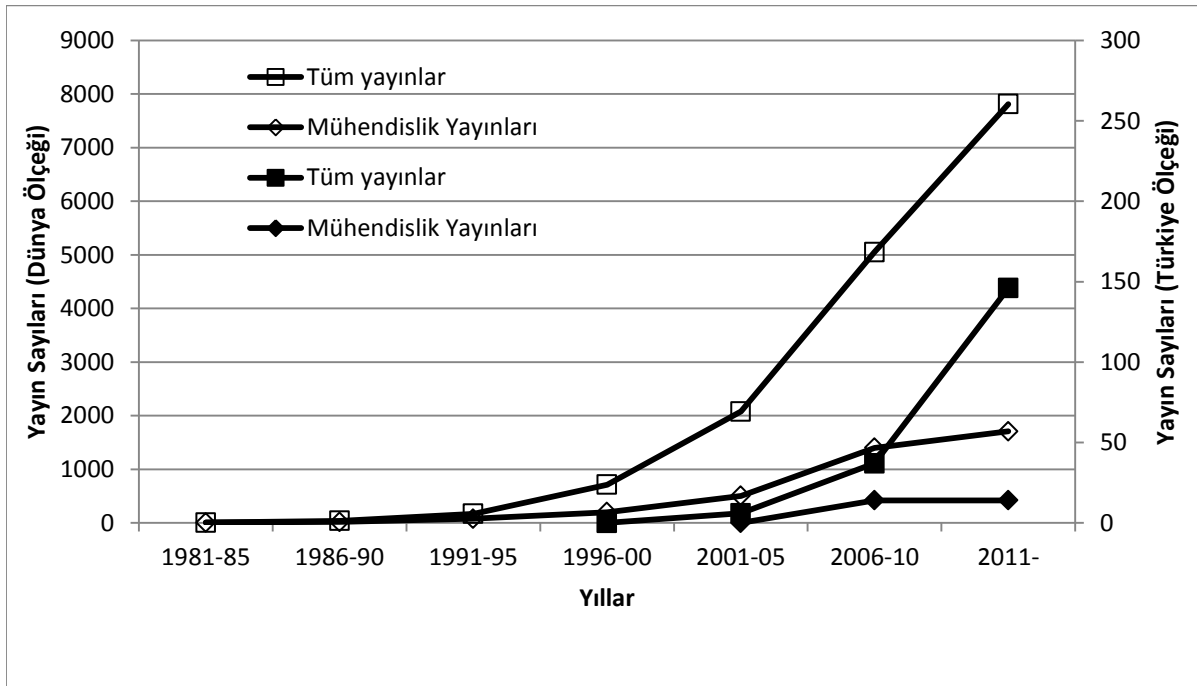
2. CERRAHİ CAD/CAM (SURGICAL CAD/CAM)

Cerrahi alanda bilgisayar desteği genellikle operasyon öncesi, operasyon esnasında ve operasyon sonrası bilgisayar desteği sağlanan aşamalardan meydana gelir.

Operasyon öncesinde hastaya ait 2 veya 3 boyutlu görüntüler elde edilir ve bunlar hastanın diğer bilgileriyle birlikte cerrah tarafından değerlendirilir [38-54]. Bu kapsamda hastanın durumuna yönelik olarak gerek yumuşak gerekse sert dokuya yönelik değerlendirmeler yapılabilir. Karaciğer bir örnek olarak alınır, burada bulunan lezyonun büyüklüğü ve pozisyonu, karaciğerdeki diğer anatomik yapılarla olan ilişkileri ve karaciğerin bir kısmının alınması durumunda kalan kısmın hacminin hesaplanması vb hususlar operasyon öncesi bilgisayar desteği için önemli noktadır [55-69]. Sert doku açısından ise kırık kemiklerin stabilizasyonu, levha kullanımı durumunda levhanın kemik anatomisine uygun eğriliğe sahip olması, uygun matkap ve buna bağlı vida açılarının belirlenmesi ve gerekli kılavuzların hazırlanması noktalarında bilgisayar desteğinden yararlanılabilir [70].

Ameliyat esnasındaki bilgisayar desteği ise başlangıçta planlanan operasyondaki doğruluğun denetimi ve gerekli ise operasyon planının sürekli güncellenmesi açısından önemlidir. Operasyon esnasında bazı aşamaların doğrudan robot tarafından gerçekleştirilmesi de söz konusu olabilir. Bilgisayar desteği, ameliyat sonrası yapılacak değerlendirmeler için sürekli kayıt olarak envanter oluşturma açısından da önem kazanmaktadır. Bu sayede gerekli istatistiksel değerlendirmeler ve daha sonraki operasyonlar için kullanılacak deneyimler doğrudan kayıt altına alınmış olur.

Cerrahi operasyon etkileşimli bir işlem olup birçok karar işlem sırasında alınır. Cerrahi robotiğin amacı, cerrahın yerini bir robotun alması değildir. Ancak operasyon sırasında cerraha operasyonu



Şekil 1. Robotik cerrahi alanında yapılan uluslararası yayınların yıllara göre değişimi (Variation of number of international publications in the field of robotic surgery)

gerçekleştirmesi için oldukça önemli yardımcı araçlar sağlama açısından cerrahi robotikten yararlanılmaktadır. Bu kapsamda kullanılacak önemli yardımcı araçlardan biri uzaktan müdahale araçlarıdır. Bu amaçlar için kullanılan yardımcı araçlardan biri doğrudan cerrah tarafından kullanılan ve cerrahın operasyon noktasına ulaşmasını sağlayan uzatma araçlarıdır. Bu araçlar cerrahın operasyon kabiliyetini artırarak ve cerrahın kaynaklanabilecek el titremesi gibi istenmeyen hareketleri hastaya yansıtmayarak yardımcı olmaktadır.

Robotik cerrahinin sağladığı en önemli avantajlardan biri uygun ergonomik yapısı nedeniyle cerrahın iş yükünü azaltarak fiziksel veya zihinsel yorgunlukta azalmaya katkı sağlamasıdır. Ancak yardımcı personelin iş yükünde kayda değer bir azalma görülmemektedir [71-75]. Bu araçların yararlılığı başka şekilde tedavi edilmeyen olaylara müdahale imkânı vermesi, hata oranlarında azalma sağlanması ve operasyon süresinde kısımla sağlanmasına bağlı olarak değerlendirilir.

Diğer yardımcı araç grubu ise cerrahi destek araçlarıdır. Bu araçlar cerrahın hemen yanında kullanılır ve endoskop tutucu olarak veya retraksiyon gibi işlemler için kullanılır. Bu tipteki araçlar joystick, sesle kontrol veya cerrahın baş hareketlerinin izlenmesi gibi kontrol araçlarından biri ile kullanılır [22, 75-82]. Bu araçları daha akıllı hale getirmek daha fazla otomatik hareket yapmalarını sağlamak için çalışmalar yapılmaktadır. Bu sayede, cerrahın dikkatini daha az dağıtarak endoskopun doğrudan istenen anatomik noktaya hedeflenmesi veya cerrah tarafından kullanılan bir cerrahi aleti takip edecek şekilde yapılmaları sağlanabilmektedir (Şekil 2). Bunların değeri de uzaktan müdahale araçlarında olduğu gibi belirlenmekte, ayrıca operasyonun etkinliği de önemli bir kriter olarak değerlendirilmektedir [83-93].



Şekil 2. Robotun kontrolü için kullanılan bir master sistemi (A master system for the control of surgical robot)

2. CERRAHİ ROBOTLARDA KULLANILAN TEKNOLOJİ VE TASARIM PARAMETRELERİ (TECHNOLOGY AND DESIGN PARAMETERS USED IN THE SURGICAL ROBOTS)

Başlangıçta cerrahi robotlarda endüstriyel robotlarda kullanılan sistemler az bir değişiklikle kullanılmaya başlanmıştır [23, 24, 94]. Daha sonraları da başlangıç düzeyindeki çalışmalarda konsantrasyonu sistemin

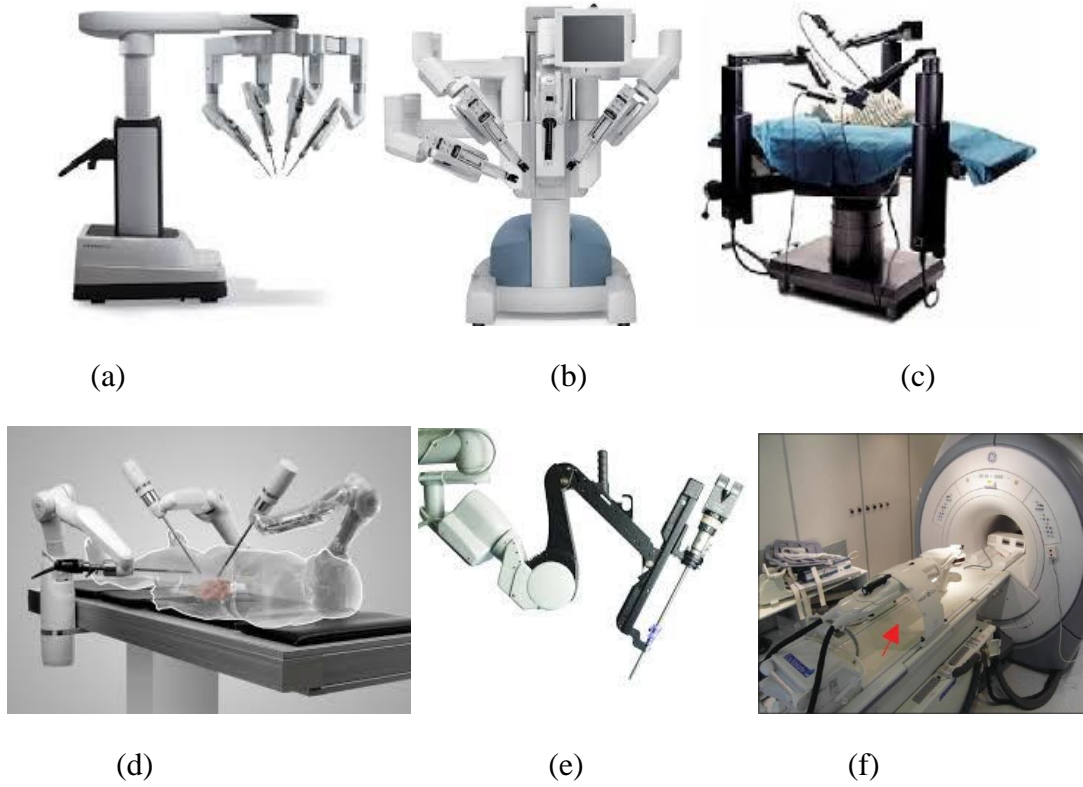
kinematiğine vermek istemeyen araştırmacılar tarafından endüstriyel robotlar kullanılabilir [38, 95-97].

Cerrahi robotların operasyon odasına uygun bir yapıda olması gerekmektedir. Yeterli mukavemete, rijitliğe ve kullanım amacı için gerekli hareket kabiliyetine sahip olması gerekir. Robotun operasyon odasında hasta vücudunda çalışma yapılacak noktaya ulaşabilecek şekilde yerleştirilmesi gerekirken birlikte odadaki sağlık görevlilerinin hareketlerini engellemeyecek bir yapıda olması da gerekmektedir. Bu amaçla robot operasyon masası üzerine monte edilebildiği gibi [98, 99], hastanın arka tarafına zemine veya tavana monte edilenleri de vardır [100-108] (Şekil 3). 2010 yılından başlayarak elle taşınabilen cerrahi robotlar konusunda da artan bir hızla çalışmaları yapıldığı görülmektedir [2, 109-114].

Robotun hasta ile temas edilen kısımları ile ameliyat odasında kontaminasyona neden olabilecek kısımlarının sterilize edilmesi veya steril malzemelerle kaplanması gerekir. En yaygın kullanılan yöntem robot gövdesinin önceden sterilize edilmiş malzemelerle kaplanması, end efektör ve bunu gövdeye bağlayan taşıyıcıların ise sterilize edilmesidir [115]. End efektörün motor veya sensörle donatılmış olduğu durumlarda gaz ortamda bulundurma veya sıvıya batırma şeklindeki sterilizasyon kullanılırken bu alanda da otoklavda sterilizasyona yönelik çalışmalar yapılmaktadır (Şekil 4).

Kullanılan görüntü yönlendirme sistemleri olabildiğince küçük yapıya gereklerinin yanı sıra görüntünün netliği ve görüntüleme cihazları yardımıyla kontrol edilmeleri açısından da bazı önemli tasarım sınırlandırmaları içermektedir. 3B görüntülemenin 2B görüntülemeye göre avantajlarını değerlendiren çalışmalar çelişkili sonuçlar vermiştir. 3B görüntülemenin cerrahın becerisinde % 10-15'lik bir artış sağladığını gösteren çalışmalar bulunmaktadır. Buna ek olarak, 3B görüntüleme cerrahın becerisine bağlı hata oranlarında önemli azalmalar sağlayabilmektedir. MR cihazlarının robotlarla birlikte kullanılmaları durumunda ise ortaya çıkan manyetik alan nedeniyle ferromanyetik malzemelerin kullanımında önemli sorunlar ortaya çıkmaktadır [115-121]. Ayrıca MR cihazlarındaki elektrik akımıyla robotik yardımcı sistemlerin kullandığı elektrik arasında girişim ve aşırı ısınma sorunları da ortaya çıkabilmektedir.

Tüm mühendislik alanlarında olduğu gibi güvenlik faktörü, tıbbi robotik alanında da önemli bir faktördür. Tüm tasarım, üretim ve kullanım aşamalarını içerecek şekilde güvenlik faktörünün göz önünde bulundurulması gereklidir [122-129]. Bu nedenle robotik sistemin tüm parçalarının hız sınırlarının doğru belirlenmesi, aktüatörlerde gereğinden fazla güç kullanılmaması, elektronik ve mekanik parçaların yerleşimi konusunda titizlik, acil stop düğmelerinin doğru belirlenmesi, kontrol ve yeniden başlatma aşamalarının iyi planlanması, tasarım ve test aşamalarının doğru dokümantasyonu gibi hususlar tasarım ve prototip



Şekil 3. Operasyon masasına göre robot pozisyonları a) Tek koldan dağılan çok kollu hareketli sistem, b) Gövdeden dağılan çok kollu hareketli sistem, c-d) Operasyon masasına monte edilen sistemi e) tavana monte edilen tek kollu sistem f) MR cihazına monte edilen sistem (Position of the robot with respect to operation table a) A multiple arm mobile system from single arm, b) Mobile system with multiple arm from the body c-d) Systems mounted on the operation table, e) A ceiling mounted system, f) A system mounted on an MRI device)

geliştirme çalışmalarında üzerinde önemle durulması gereken konulardır [130-144].



Şekil 4. Robotik sistemde sterilizasyon örneği (Examples of sterilisation used in yhe robotic surgery)

Tıbbi robot sistemlerinde göz önünde bulundurulması gereken önemli faktörlerden biri de, robot sisteminin genel amaçlı mı yoksa sadece bir fonksiyonu yerine getirmek için mi tasarlanacağıdır. Genel amaçlı robotlar için söz konusu olan önemli kısıtlayıcılardan birisi sistemin kullanımı için ilgili otoritelerden izin alma noktasındaki zorluklardır. Tasarlanan robotik sistemin bir çok end efektörün takılmasına imkân sağlayacak şekilde yapılması önem arz etmektedir [145-151]. Ancak, sadece belirli fonksiyonları yerine getirmek amacıyla geliştirilmiş sistemlerin kullanımı da mümkündür [71, 152-189]. Pasif olarak yönlendirilebilen robot kolları kılavuz amaçlı kullanım için yeterli olabilmektedir [190-197] (Şekil 5).

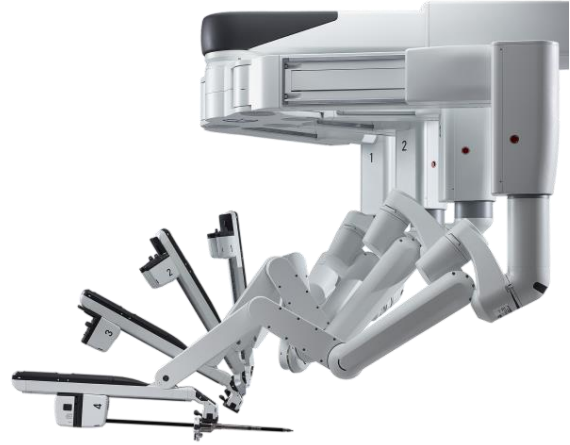
Önemli bir tasarım yaklaşımı da robotik sistemin modüler olarak tasarlanmasıdır. Bu sistemde bilgisayar ve ona bağlı robot ana gövdesi standart olarak tasarlanırken, farklı amaçlar için değiştirilmiş kol ve benzeri üniteler robot üzerine daha sonradan monte edilip çıkarılabilecek şekilde yapılabilir.



Şekil 5. Robotik cerrahi için geliştirilmiş çeşitli end efektör tipleri (*Some end-effector types developed for robotic surgery*)

Cerrahi operasyonların büyük bir çoğunluğu bir nokta etrafında yapılan büyük açısal hareketlerle gerçekleştirilmektedir. Laparoskopik cerrahide sabit nokta end efektörün vücuda girdiği noktadır (Şekil 6). Perkütan operasyonda ise iğne ucu deri üzerinde bir noktayı işaretlemekte, daha sonraki yönlendirme işlemi bu noktadan yapılmaktadır. Açık mikro cerrahi işlemlerinde kullanılan cerrahi aletin ucu çok küçük hareketler yaparken, aletin diğer kısımları büyük açısal hareketler yapabilmektedir. Yüz ve çene cerrahisinde de buna benzer şekilde çok küçük hareketlerle kemik üzerinde işlem yapmayı gerektirmektedir. Buna bağlı olarak, robotun operasyonlarda kullanılan uzuvlarının robot gövdesinden ayrı olarak tasarlanması gerekmektedir. Bu sayede robotun ana gövdesi sadece öteleme hareketlerini yaparken, açısal hareketler kollar ve end efektörler yardımıyla gerçekleştirilebilir. Yine bu sayede robotun gövdesi bir noktada sabitlenerek operasyon sırasında öteleme hareketleri yapması engellenmiş olur [81, 198-201].

Robot manipülatörünün hedef noktasına herhangi bir yönden yaklaşabilmesi için insan el-kol kinematiklerinde olduğu gibi en az 6 serbestlik derecesine sahip olması gerekmektedir. İnsan el-kol kinematik sistemini taklit ederek yapılacak bir cerrahi robotik sistem omuz ekleminde iki serbestlik derecesine, dirsek ekleminde iki serbestlik derecesine ve bilek ekleminde iki serbestlik derecesine sahip olmalıdır. Yedinci serbestlik derecesi forseps veya makas çenelerin açılış ve kapanış hareketini yapmak üzere kabul edilebilir. Mevcut robotik sistemlere bakıldığında; açılı hareket eden kollar [27, 202-204], paralelogram ve 4 kol mekanizmaları [39, 205-207] zincir ve kayış mekanizmaları [75, 208-210] kullanıldığı görülmektedir. Kullanılacak sistemlerin operatörden gelen komutları boşluksuz olarak robota aktarmaları, herhangi bir güç kaybında hastaya zarar vermeden sistemin hasta üzerinden uzaklaştırılabilmesi ve operatöre acil müdahale için zaman kazandırılması gibi hususların da tasarımında göz önünde bulundurulması gerekmektedir [211-225].



Şekil 6. da Vinci robotik sisteminde laparoskopik cerrahide end efektörün vücuda girdiği noktanın sabitlenmesi sistemi (*The fixing system of the end effectors body-entering point used in the da Vinci robotic system for laparoscopic surgery*)

Bilgisayar tabanlı sistemlerin insanlarla çalışma durumunda hem insandan aldığı komutları yerine getirme, hem de insana karar verme açısından bilgi sağlama fonksiyonları bulunmaktadır. Cerrahi robotik sistemlerde de insan-makine ara yüzünün doğru tasarlanması ve ses, bilgisayarla görme, hastanın organlarından alınan tepkilerin operatöre yansıtılmasını sağlama gibi hususların göz önünde bulundurulması gereklidir [226]. Günümüze kadar gerçekleştirilen çeşitli çalışmalarda farklı hususların ön plana çıkarıldığı görülmektedir. Operasyon bölgesinden alınan görüntüler cerraha çoğu zaman bir bilgisayar monitöründen yansıtılmaktadır. Bu monitör görüntüyü yansıtanın yanında hastayla ilgili diğer verilerin de cerraha doğrudan aktarılması için araç olarak kullanılabilir. Bu sistemler cerrahi navigasyon sistemleri olarak adlandırılmaktadır [227-239].

Bilgisayara komut göndermekte kullanılan ara yüzler arasında ise fare, joystick, dokunmatik ekran, buton, pedal gibi araçlar kullanılmaktadır. Bu araçların ameliyat odasında kullanılması sırasında diğer alanlardaki kullanımlarından farklı olarak bazı hususların göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bunlar arasında sterilizasyon, elektriksel güvenlik, ergonomi vb sayılabilir. Komut vermek amacıyla sesin kullanımı da söz konusu olabilir. Özellikle hasta başında görev yana sağlık personeli ile iletişim kurmak açısından ses kullanılabilirken, cerrahın el ve ayağının çeşitli kontrol araçları ile meşgul olduğu durumlarda ses ile komut verilmesi de göz önünde bulundurulmalıdır [22, 240].

Cerrahın bilgisayara verdiği komutların organlar üzerinde ne derece etkili olduğu ve organların tepkisinin cerraha hissettirilmesi konusu da büyük öneme sahiptir. Haptik geribildirim olarak adlandırılan bu alan cerrahi robotiğin önemli araştırma alanlarından birini oluşturmaktadır. Robotik cerrahide önemli bir endişe

haptik / kuvvet geribildirim eksikliği olmuştur. Temas duyu kalitesi sağlanan ilerlemelere rağmen, özellikle minimal invaziv cerrahide doku, şekil ve nesnelere uyumu gibi konularda sınırlı kalmaktadır. Kuvvet geribildirim veya dokunma duysusu çok karmaşık teknolojilerdir ve mevcut teknolojilerde ilerleme sağlanabilmesi için gerekli yazılım ve donanım maliyetlerinde önemli artışı göz önüne almak gerekmektedir. Cerrahi işlemin güvenliğini tam sağlamak için geri bildirim sensörlerinin kalibrasyonu da en önemli konulardan birini oluşturmaktadır [226, 234-279].

3. BEKLENTİLER (EXPECTATIONS)

1980'li yıllarda endüstriyel robotların cerrahi amaçlarla kullanılabilirliğinin araştırılmasıyla başlayan cerrahi robot araştırmalarında, aradan geçen 35 yılın sonunda önemli ilerlemeler kaydedilmiş olmakla birlikte ticari hale gelmiş sadece bir robotik sistem bulunmaktadır. Bir kısım avantajlar sağlamakla birlikte bu sistemlerin kullanımının gerek klinik açıdan gerekse operasyon odasında bulunan diğer personel açısından detaylı değerlendirmeler yapılması gerekmektedir. Yapılan literatür taraması sonucunda önümüzdeki süreçte cerrahi robotların mühendislik tarafında aşağıdaki gelişmelerin olması beklenmektedir.

- Ticari sistemlerin artması, bunların gerek edinme gerekse işletme maliyetlerinde azalma olması
- Uzmanlık alanlarıyla paralel olarak amaca yönelik robotik sistemlerin geliştirilmesi, boyutlarının küçültülerek elle taşınabilir sistemlerin geliştirilmesi
- Daha az kesi yapma veya doğal kanallardan müdahaleye imkân veren sistemlerde gelişme sağlanması
- Geri bildirim ve dokunma duysusuna yönelik teknolojilerde ilerleme sağlanması

TEŞEKKÜR (ACKNOWLEDGEMENTS)

Bu çalışma Afyon Kocatepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon birimi tarafından desteklenen 13FENBİL46 kodlu projenin bir kısmından üretilmiştir.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Taylor, R. H., Stoianovici, D., "Medical robotics in computer-integrated surgery," *IEEE Transactions on Robotics and Automation*, 19(5): 765-781 (2003).
2. Barrett, A. R. W. et al "Preoperative planning and intraoperative guidance for accurate computer-assisted minimally invasive hip resurfacing surgery" *Proc of the Institution of Mechanical Engineers, Part H: J Engineering in Medicine*, 220 (7): 759-773 (2006).
3. Bradberry, T. J., Gentili, R. J., Contreras-Vidal, J. L. "Fast attainment of computer cursor control with noninvasively acquired brain signals" *J Neural Engineering*, 8 (3): (2011).

4. Shinohara, K. "Consideration of the human-computer interface in the operation room in the era of computer aided surgery" *Communications in Computer and Information Science*, 174 CCIS (PART 2), 72-75 (2011).
5. Staub, C. et al "Automation of tissue piercing using circular needles and vision guidance for computer aided laparoscopic surgery" *Proc - IEEE Int Conf on Robotics and Automation*, 4585-4590 (2010).
6. Taylor, R.H., Kazanzides, P. "Medical Robotics and Computer-Integrated Interventional Medicine" *Advances in Computers*, 73: 219-260 (2008).
7. Xiaohui, X. et al "A robot arm for assisting liver surgery" *Computer-Aided Design and Applications*, 8 (5): 713-722 (2011).
8. Gomes, P. "Surgical robotics: Reviewing the past, analysing the present, imagining the future" *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 27 (2): 261-266 (2011).
9. Kim, M.Y., Cho, H. "Technological Trend of Endoscopic Robots" *J Institute of Control, Robotics and Systems*, 20 (3), pp. 345-355 (2014).
10. Low, S.C., Phee, L. "A review of master-slave robotic systems for surgery" *2004 IEEE Conf on Robotics, Automation and Mechatronics*, 37-42 (2004).
11. Camarillo, D.B. et al "Mechanics modeling of tendon-driven continuum manipulators" *IEEE Transactions on Robotics*, 24 (6): 1262-1273 (2008).
12. Ishii, C. et al "Double-screw-drive mechanism incorporated multi-DOF robotic forceps manipulator for minimally invasive surgery" *Nihon Kikai Gakkai Ronbunshu, C Hen/Transactions of the Japan Society of Mechanical Engineers, Part C*, 76 (771): 3042-3050 (2010).
13. Ishii, C. et al "Robotic forceps manipulator with a novel bending mechanism" *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics*, 15 (5), pp. 671-684 (2010).
14. Ishii, C., Kamei, Y. "On servo experiment of a new multi-DOF robotic forceps manipulator for minimally invasive surgery" *Proceeding of the 5th Int Symposium on Mechatronics and its Applications, ISMA 2008* (2008).
15. Wei, W., Kai, X., Simaan, N. "A compact two-armed slave manipulator for minimally invasive surgery of the throat" *Proc of the First IEEE/RAS-EMBS Int Conf on Biomedical Robotics and Biomechanics, 2006, BioRob 2006, 2006*, 769-774 (2006).
16. Yang, T., et al "Mechanism of a learning robot manipulator for laparoscopic surgical training" *Advances in Intelligent Systems and Computing, 194 AISC (VOL. 2)*, 17-26 (2013).
17. Yonemura, T. et al "Comparison of pose correspondence methods of master-slave manipulators for neurosurgical robotic systems" *Int J Automation Technology*, 5 (5): 738-745 (2011).
18. Meng, C.R. et al "A guiding robot for minimally invasive spinal surgery based on parallel manipulator" *Advanced Materials Research*, 902: 280-285 (2014).
19. Takahashi, H. et al "Master manipulator with higher operability designed for micro neuro surgical system" *Proc - IEEE Int Conf on Robotics and Automation*, 3902-3907 (2008).
20. www.eaes.eu/getmedia/a7701c3a-ad02-4a2b-a8db-43b8880230b0/Final_consensus_use-of-robotics_Paris.pdf (Erişim Tarihi:01.05.2015).
21. Jankovic, J., Fahn, S. "Physiologic and pathologic tremors. Diagnosis, mechanism, and

- management", *Ann. Internal Med.*, 93: 460 - 465 (1980).
22. Confer, R. G., Bainbridge, R. C. "Voice control in the microsurgical suite", *Proc. Voice I/O Systems Applications Conf.*, '84 (1984)
 23. Garbini, J. L., et al "Robotic instrumentation in total knee arthroplasty", *Proc. 33rd Annu. Meeting, Orthopaedic Research Society*, 413 (1987).
 24. Kwok, Y. S. et al "A robot with improved absolute positioning accuracy for CT-guided stereotactic brain surgery", *IEEE Trans. Biomed. Eng.*, 35: 153 - 161 (1988).
 25. Charles, S. , Williams, R. E., Hamel, B. "Design of a surgeon-machine interface for teleoperated microsurgery", *Proc. Annu. Int. Conf. IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, 11: 883 -884 (1989).
 26. Guerrouad, A., Vidal, P. "SMOS: Stereotaxical Microtelemanipulator for Ocular Surgery", *Proc. Annu. Int. Conf. IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, pp.11:879 -11 (1989).
 27. Taylor, R., et al "A robotic system for cementless total hip replacement surgery in dogs", *Proc. 2nd Workshop Medical and Healthcare Robotics* (1989).
 28. Ramacciotti, M. et al "A design paradigm for the development of advanced operating rooms" *Proc of the IASTED Int Conf on Robotics Applications, RA 2014*, 356-361 (2014).
 29. Van Den Berg, J. et al "Superhuman performance of surgical tasks by robots using iterative learning from human-guided demonstrations" *Proc - IEEE Int Conf on Robotics and Automation*, 2074-2081 (2010).
 30. <http://www.scopus.com/authid/detail.url?origin=resultslst&authorId=7405756438 &zone> (erişim tarihi 15.03.2015).
 31. Güven, Y., Barkana, D.E. "Bone cutting trajectory generation using a medical user interface of an orthopedical surgical robotic system" *3rd Int Conf on Human System Interaction, HSI2010 - Conf Proc.*, 325-330 (2010).
 32. Güven, Y., Barkana, D.E. "Medical user interface for orthopedical surgical robotic system [Ortopedik cerrahi robotik sistem için tıbbi kullanıcı arayüzü]" *2010 15th National Biomedical Engineering Meeting, BIYOMUT2010* (2010).
 33. Karadogan, E., Williams II, R.L. "A cable-actuated robotic lumbar spine for palpatory training of medical students" *Proc of the ASME Design Engineering Technical Conf, 2 (PARTS A AND B)*, 309-318 (2010).
 34. Turkseven, M., Ueda, J. "Design of an MRI compatible haptic interface" *IEEE Int Conf on Intelligent Robots and Systems*, 2139-2144 (2011).
 35. Güven, Y., Barkana, D.E. "Evaluation of an orthopedic surgical robotic system orthoroby on bone cadaver" *Lecture Notes in Electrical Engineering, 103 LNEE*, 41-52 (2011).
 36. Bebek, Ö., Çavuşoğlu, M.C. "Towards the development of a robotic system for beating heart surgery" *Surgical Robotics: Systems Applications and Visions*, 525-556 (2011).
 37. Sengül, A., et al "Role of holographic displays and stereovision displays in patient safety and robotic surgery" *Advances in Intelligent Systems and Computing, 194 AISC (VOL. 2)*, 143-154 (2013).
 38. Loser, M. and Navab, N. "A new robotic system for visually controlled percutaneous interventions under CT fluoroscopy", *Proc. Medical Image Computing and Computer-Assisted Interventions (MICCAI 2000)*, 887 -896 (2000).
 39. Kennedy, C. W. , Hu, T. and Desai, J. P. "Combining haptic and visual servoing for cardiothoracic surgery", *Proc. IEEE Int. Conf. Robotics and Automation*, 2106 -2111 (2002).
 40. Krieger, A. et al "Design of a novel MRI compatible manipulator for image guided prostate interventions" *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 52 (2): 306-313 (2005).
 41. Krieger, A. et al "An MRI-compatible robotic system with hybrid tracking for MRI-guided prostate intervention" *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 58 (11): 3049-3060 (2011).
 42. Li, M. et al "Pneumatic actuated robotic assistant system for aortic valve replacement under MRI guidance" *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 58 (2): 443-451 (2011).
 43. Iordachita, I. "Towards clinically optimized MRI-guided surgical manipulator for minimally invasive prostate percutaneous interventions: Constructive design" *Proc - IEEE Int Conf on Robotics and Automation*, 1228-1233 (2013).
 44. Blavier, A., Nyssen, A.-S. "The effect of 2D and 3D visual modes on surgical task performance: role of expertise and adaptation processes" *Cognition, Technology and Work*, 16 (4): 509-518 (2014).
 45. Yang, B. et al "Design, development, and evaluation of a master-slave surgical system for breast biopsy under continuous MRI" *Int J Robotics Research*, 33 (4): 616-630 (2014).
 46. Li, G. et al "Robotic System for MRI-Guided Stereotactic Neurosurgery" *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 62 (4): 1077-1088 (2015).
 47. Cardenas, I.S., Kim, J.-H. "Advanced technique for tele-operated surgery using an intelligent head-mount display system" *Proc - 29th Southern Biomedical Engineering Conf, SBEC 2013*, 143-144 (2013).
 48. Carpi, F. "Robotic magnetic manoeuvring of endoscopic video capsules: Phantom tests" *IFMBE Proc*, 25 (6): 47-50 (2009).
 49. Cho, J.-Y., et al "Verification of registration method using a 3D laser scanner for orthopedic robot systems" *Int Conf on Control, Automation and Systems*, 460-464 (2011).
 50. Padoy, N., Hager, G.D. "3D thread tracking for robotic assistance in tele-surgery" *IEEE Int Conf on Intelligent Robots and Systems*, 2102-2107 (2011).
 51. Finke, M., Schweikard, A. "Usability of a robotic surgical microscope" *2010 3rd IEEE RAS and EMBS Int Conf on Biomedical Robotics and Biomechatronics, BioRob 2010*, 235-240 (2010).
 52. Goncalves, P.J.S. et al "A Vision System for Robotic Ultrasound Guided Orthopaedic Surgery" *J Intelligent and Robotic Systems: Theory and Applications*, 77 (2): 327-339 (2014).
 53. Lee, S.-L. et al "In vivo and in situ image guidance and modelling in robotic assisted surgery" *Proc of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: J Mechanical Engineering Science*, 224 (7): 1421-1434 (2010).
 54. Luo, R.C. et al "Surgeon's third hand: An assistive robot endoscopic system with intuitive maneuverability for laparoscopic surgery" *Proc of the IEEE RAS and*

- EMBS Int Conf on Biomedical Robotics and Biomechanics*, 138-143 (2014).
55. <http://www.intrasense.fr/index.php/en/solutions-en/expert-modules-xp/articles-10-en> (erişim tarihi 15.03.2015).
 56. Moschella, D., Danieli, G.A. "Controlling the traditional rigid endoscopic instrumentation motion" *Proc of EUCOMES 2008 - The 2nd European Conf on Mechanism Science*, 603-611 (2009).
 57. Jiang, J., Xie, L., Yu, H. "A 6-axis sensor for minimally invasive robotic surgery" *Lecture Notes in Computer Science 8103 LNAI (PART 2)*, 429-435 (2013).
 58. Nishikawa, A. et al "How does the camera assistant decide the zooming ratio of laparoscopic images? Analysis and implementation" *Lecture Notes in Computer Science, 5242 LNCS (PART 2)*, 611-618 (2008).
 59. Serracn, J.R. et al "Kinematic analysis of a novel 2-d.o.f. orientation device" *Robotics and Autonomous Systems*, 60 (6): 852-861 (2012).
 60. Shen, J.J. et al "Viscoelastic modeling of the contact interaction between a tactile sensor and an atrial tissue" *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 59 (6): 1727-1738 (2012).
 61. Wang, D. et al "A novel design of a wearable device for measuring force and torque in vascular surgery" *Proc - IEEE Int Conf on Robotics and Automation*, 2374-2379 (2013).
 62. Wang, H. et al "Robot surgery simulation system for soft tissue cutting" *Lecture Notes in Computer Science 8103 LNAI (PART 2)*, 535-544 (2013).
 63. Priester, A.M., Natarajan, S., Culjat, M. "Robotic ultrasound systems in medicine" *IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control*, 60 (3): 507-523 (2013).
 64. Reilink, R., Stramigioli, S., Misra, S. "Image-based hysteresis reduction for the control of flexible endoscopic instruments" *Mechatronics*, 23 (6): 652-658 (2013).
 65. Ott, L. et al "Robotic assistance to flexible endoscopy by physiological-motion tracking" *IEEE Transactions on Robotics*, 27 (2): 346-359 (2011).
 66. Tonet, O. et al "Bioinspired robotic dual-camera system for high-resolution vision" *IEEE Transactions on Robotics*, 24 (1): 55-64 (2008).
 67. Masamune, K., Hong, J. "Advanced Imaging and Robotics Technologies for Medical Applications" *Int J Optomechatronics*, 5 (4): 299-321 (2011).
 68. Torres, P.M.B. et al "Robot calibration for precise ultrasound image acquisition" *Romanian Review Precision Mechanics, Optics and Mechatronics*, 40: 129-134 (2011).
 69. Yang, B., Liu, C. "Robust 3D motion tracking for vision-based control in robotic heart surgery" *Asian J Control*, 16 (3): 632-645 (2014).
 70. <http://www.emdt.co.uk/daily-buzz/automatic-planning-technology-facilitates-shoulder-surgery> (erişim tarihi 15.03.2015).
 71. Burgner, J. et al "Methods for end-effector coupling in robot assisted interventions" *Proc - IEEE Int Conf on Robotics and Automation*, 3395-3400 (2008).
 72. Burgner, J., Raczowsky, J., Woern, H. "End-effector calibration and registration procedure for robot assisted laser material processing: Tailored to the particular needs of short pulsed CO2 laser bone ablation" *Proc - IEEE Int Conf on Robotics and Automation*, 3091-3096 (2009).
 73. Liu, Z. et al "Adaptive fuzzy wavelet neural network filter for hand tremor canceling in microsurgery" *Applied Soft Computing J*, 11 (8): 5315-5329 (2011).
 74. Rocon, E. "Assistive robotics as alternative treatment for tremor" *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 252: 173-179 (2014).
 75. Yang, S., MacLachlan, R.A., Riviere, C.N. "Manipulator design and operation of a six-degree-of-freedom handheld tremor-canceling microsurgical instrument" *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics*, 20 (2): 761-772 (2015).
 76. Reichenspurner, H. et al "Use of the voice controlled and computer-assisted surgical system ZEUS for endoscopic coronary artery surgery bypass grafting", *J. Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 118: (1999).
 77. Vaida, C. et al "Development of a voice controlled surgical robot" *Mechanisms and Machine Science*, 5: 567-574 (2010).
 78. Ishii, C., Futatsugi, T. "Design and control of a robotic forceps manipulator with screw-drive bending mechanism and extension of its motion space" *Procedia CIRP*, 5: 104-109 (2013).
 79. Kanno, T., et al "Design of a 4-DOF forceps manipulator for robotic surgery" *2013 IEEE/SICE Int Symposium on System Integration, SII 2013*, 778-783 (2013).
 80. Chen, W.-W. et al "Design of micro biopsy device for wireless autonomous endoscope" *Int J Precision Engineering and Manufacturing*, 15 (11): 2317-2325 (2014).
 81. Baheti, A. et al "RoSS: Virtual reality robotic surgical simulator for the da vinci surgical system" *Symposium on Haptics Interfaces for Virtual Environment and Teleoperator Systems 2008 - Proc, Haptics*, 479-480 (2008).
 82. Banerji, A. et al "An interactive GUI for a dual-robot command console" *Proc of the INDICON 2008 IEEE Conf and Exhibition on Control, Communications and Automation*, 1: 98-102 (2008).
 83. Fu, Y., Li, H., Xie, Q. "Master-slave control technology research for abdominal minimally invasive surgery robot" *ASME Int Mechanical Engineering Congress and Exposition, Proc (IMECE)*, 2: 569-575 (2010).
 84. Baek, Y.M. et al "Highly precise master-slave robot system for super micro surgery" *2010 3rd IEEE RAS and EMBS Int Conf on Biomedical Robotics and Biomechanics, BioRob 2010*, 740-745 (2010).
 85. Guo, J. et al "A new master-slave robotic catheter system" *2011 IEEE/ICME Int Conf on Complex Medical Engineering, CME 2011*, 610-613 (2011).
 86. Li, H., Tadano, K., Kawashima, K. "Achieving force perception in master-slave manipulators using pneumatic artificial muscles" *Proc of the SICE Annual Conf*, 1342-1345 (2012).
 87. De Donno, A. et al "Master/slave control of flexible instruments for minimally invasive surgery" *IEEE Int Conf on Intelligent Robots and Systems*, 483-489 (2013).
 88. Honda, S. et al "Teleoperation of a Master-Slave Pneumatic Robot Arm System over the Internet: Consideration of Delay between Oregon and Fukuoka" *Lecture Notes in Electrical Engineering, 253 LNEE*, 1011-1018 (2013).

89. Di Natali, C. et al "Closed-loop control of local magnetic actuation for robotic surgical instruments" *IEEE Transactions on Robotics*, 31 (1): 143-156 (2015).
90. Kovacs, L., Haidegger, T., Rudas, I. "Surgery from a distance - Application of intelligent control for telemedicine" *SAMI 2013 - IEEE 11th Int Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics, Proc*, 125-129 (2013).
91. Lau, H.Y.K., Wai, L.C.C. "Implementation of position-force and position-position teleoperator controllers with cable-driven mechanisms" *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 21 (2): 145-152 (2005).
92. Mahdizadeh, A., Nasser, M.A., Knoll, A. "Transparency optimized interaction in telesurgery devices via time-delayed communications" *IEEE Haptics Symposium, HAPTICS*, 603-608 (2014).
93. Farah, E., Liu, S.G. "3D modeling and closed-form inverse kinematics solution for 6dof surgical robot" *Applied Mechanics and Materials*, 455: 533 - 538 (2014).
94. Drake, J. M. et al. "Computer-and robot-assisted resection of thalamic astrocytomas in children", *Neurosurgery*, 29: 27 - 31 (1991).
95. Yanof, Y. et al "CT-integrated robot for interventional procedures: Preliminary experiment and computer-human interfaces", *Comput. Aided Surgery*, 6: 352 - 359 (2001).
96. Miller, A. et al "From robotic hands to human hands: A visualization and simulation engine for grasping research" *Industrial Robot*, 32 (1): 55-63 (2005).
97. Ren, H., Meng, M.Q.-H. "Investigation of the essentials for integrating off-the-shelf industrial robotics in precise computer-assisted surgery" *J Mechanics in Medicine and Biology*, 11 (5): 1113-1123 (2011).
98. Sackier, J. M. and Wang, Y. "Robotically assisted laparoscopic surgery. From concept to development", *Surgical Endoscopy*, 8: 63 - 66 (1994).
99. Ghodoussi, M., Butner, S. E., and Wang, Y. "Robotic surgery: the transatlantic case", *Proc. IEEE Int. Conf. Robotics and Automation*, 1882 -1888 (2002).
100. Kazanzides, P. et al "An integrated system for cementless hip replacement", *IEEE Eng. Med. Biol. Mag.*, 14: 307 -313 (1995).
101. Guthart, G. S. and Salisbury, J. K. "The intuitive telesurgery system: Overview and application", *Proc. IEEE Int. Conf. Robotics and Automation (ICRA 2000)*, 618 -621 (2000).
102. Kode, V.R.C., Çavuşoğlu, M.C. "Design and characterization of a novel hybrid actuator using shape memory alloy and DC micromotor for minimally invasive surgery applications" *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics*, 12 (4): 455-464 (2007).
103. Jingke, Y. et al "Design and development of an assisting robotic arm in minimally invasive breast surgery" *2007 IEEE Int Conf on Robotics and Biomimetics, ROBIO*, 349-354 (2008).
104. Cronin IV, J.A., Frecker, M., Mathew, A. "Design of a compliant endoscopic suturing instrument" *2007 Proc of the ASME Int Design Engineering Technical Confs and Computers and Information in Engineering Conf, DETC2007, 8 PART A*, 625-635 (2008).
105. Kratchman, L.B. et al "Design of a bone-attached parallel robot for percutaneous cochlear implantation" *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 58 (10 PART 1): 2904-2910 (2011).
106. Liang, K. et al "Control system design of a novel minimally invasive surgery robot" *2011 IEEE/ICME Int Conf on Complex Medical Engineering, CME 2011*, 394-399 (2011).
107. Pisla, D. "Kinematic modelling of a 5-DOF hybrid parallel robot for laparoscopic surgery" *Robotica*, 30 (7): 1095-1107 (2012).
108. Mintenbeck, J., Estana, R., Woern, H. "Design of a modular, flexible instrument with integrated DC-motors for minimal invasive robotic surgery" *IEEE/ASME Int Conf on Advanced Intelligent Mechatronics: Mechatronics for Human Wellbeing, AIM 2013*, 1249-1254 (2013).
109. Boiadjev, G. et al "Modeling and development of a robotized hand-held bone cutting device" *Applied Mechanics and Materials*, 700-301: 479-483 (2013).
110. Lee, R. et al "Hand-held force magnifier for surgical instruments: Evolution toward a clinical device" *Lecture Notes in Computer Science 7815 LNCS*, 77-89 (2013).
111. MacLachlan, R.A. "Micron: An actively stabilized handheld tool for microsurgery" *IEEE Transactions on Robotics*, 28 (1): 195-212 (2012).
112. Payne, C.J., Yang, G.-Z. "Hand-held medical robots" *Annals of Biomedical Engineering*, 42 (8): 1594-1605 (2014).
113. Petersen, J.G., Rodriguez Baena, F. "Mass and inertia optimization for natural motion in hands-on robotic surgery" *IEEE Int Conf on Intelligent Robots and Systems*, 4284-4289 (2014).
114. Stetten, G. et al "Hand-held force magnifier for surgical instruments" *Lecture Notes in Computer Science 6689 LNCS*, 90-100 (2011).
115. Entsfellner, K. et al "Development of universal gripping adapters: Sterile coupling of medical devices and robots using robotic fingers" *IEEE/ASME Int Conf on Advanced Intelligent Mechatronics: Mechatronics for Human Wellbeing, AIM 2013*, 1464-1469 (2013).
116. Chinzei, K., Kikinis, R., Jolesz, F. A. "MR compatibility of mechatronic devices: design criteria", *Lecture Notes in Computer Science*, 1679: 1020 -1030 (1999).
117. Chinzei, K. et al "MR compatible surgical assist robot: System integration and preliminary feasibility study", *Proc. 3rd Int. Conf. Medical Robotics, Imaging and Computer Assisted Surgery*, 921 -930 (2000).
118. Greer, A.D., Newhook, P.M., Sutherland, G.R. "Human-machine interface for robotic surgery and stereotaxy" *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics*, 13 (3): 355-361 (2008).
119. Stoyanov, D. et al "Real-time stereo reconstruction in robotically assisted minimally invasive surgery" *Lecture Notes in Computer Science, 6361 LNCS (PART 1)*, 275-282 (2010).
120. Sun, Y. et al "State recognition of bone drilling with audio signal in Robotic Orthopedics Surgery System" *IEEE Int Conf on Intelligent Robots and Systems*, 3503-3508 (2014).
121. Yu, L. "A new kinematics method based on a dynamic visual window for a surgical robot" *Robotica*, 32 (4): 571-589 (2014).
122. Simaan, N., Taylor, R., Flint, P. "High dexterity snake-like robotic slaves for minimally invasive telesurgery of the upper airway" *Lecture Notes in Computer Science, 3217 (1 PART 2)*, 17-24 (2004).

123. Shin, W.-H., Ko, S.-Y., Kwon, D.-S. "Design of a dexterous and compact laparoscopic assistant robot" *2006 SICE-ICASE Int Joint Conf*, 233-237 (2006).
124. Shinsuk, P. "Safety strategies for human-robot interaction in surgical environment" *2006 SICE-ICASE Int Joint Conf*, 1769-1773 (2006).
125. Sharkey, N., Sharkey, A. "Robotic surgery and ethical challenges" *Medical Robotics: Minimally Invasive Surgery*, 276-291 (2012).
126. Jang, J., Kim, Y.S. "Safety management algorithm for telesurgical robot system for brain tumor surgery" *44th Int Symposium on Robotics* (2013).
127. Sanchez, L.A., et al "A case study of safety in the design of surgical robots: The ARAKNES platform" *Advances in Intelligent Systems and Computing, 194 AISC (VOL. 2)*, 121-130 (2013).
128. Jin, H. et al "Safety analysis and control of a robotic spinal surgical system" *Mechatronics*, 24 (1): 55-65 (2014).
129. Sullins, J.P. "Ethical trust in the context of robot assisted surgery" *AISB 2014 - 50th Annual Convention of the AISB* (2014).
130. Davies, B. et al "A discussion of safety issues for medical robots", *Computer-Integrated Surgery*, 287 - 296 (1996).
131. Du, Q., Zhang, X., Zou, L. "Design optimization of a minimally invasive surgical robot" *IEEE ICIT 2007 - 2007 IEEE Int Conf on Integration Technology*, 179-184 (2007).
132. Farkoush, S.H. et al "Design and construction of a novel surgical instrument applicable in esophagectomy" *IFMBE Proc*, 24: 21-22 (2009).
133. Chen, Y., Tanaka, S., Hunter, I.W. "Disposable endoscope tip actuation design and robotic platform" *2010 Annual Int Conf of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, EMBC'10*, 2279-2282 (2010).
134. Kim, K.-Y. et al "Design and evaluation of a teleoperated surgical manipulator with an additional degree of freedom for laparoscopic surgery" *Advanced Robotics*, 24 (12): 1695-1718 (2010).
135. Guo, W.Z., Gao, F. "Solution space atlases, workspace characteristics charts and joint space maps for the design of planar serial manipulators" *Mechanism and Machine Theory*, 45 (3): 392-407 (2010).
136. Nelson, C.A., Zhang, X. "Equivalent mechanisms techniques for redesign of a spherical surgical tool manipulator" *Proc of the ASME Design Engineering Technical Conf, 2 (PARTS A AND B)*, 11-17 (2010).
137. Ohno, S., Hiroki, C., Yu, W. "Design and manipulation of a suction-based micro robot for Moving in the abdominal cavity" *Advanced Robotics*, 24 (12): 1741-1761 (2010).
138. Pisla, D. "On the dynamics of a 5 DOF parallel hybrid robot used in minimally invasive surgery" *Mechanisms and Machine Science*, 5: 691-699 (2010).
139. Phee, S.J. et al "Design of a master and slave transluminal endoscopic robot for natural orifice transluminal endoscopic surgery" *Proc of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: J Mechanical Engineering Science*, 224 (7): 1495-1503 (2010).
140. Pisla, D. et al "Kinematics and workspace modeling of a new hybrid robot used in minimally invasive surgery" *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 29 (2): 463-474 (2013).
141. Pisla, D., et al "An active hybrid parallel robot for minimally invasive surgery" *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 29 (4): 203-221 (2013).
142. Garg, A. et al "Design and development of in vivo robot for biopsy" *Mechanics Based Design of Structures and Machines*, 42 (3): 278-295 (2014).
143. Hong, M.B., Jo, Y.-H. "Design of a novel 4-DOF wrist-type surgical instrument with enhanced rigidity and dexterity" *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics*, 19 (2): 500-511 (2014).
144. Pile, J., Simaan, N. "Modeling, design, and evaluation of a parallel robot for cochlear implant surgery" *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics*, 19 (6): 1746-1755 (2014).
145. Feng, M. "Design and implementation of the robotic end effector for minimally invasive celiac surgery" *Jiqiren/Robot*, 31 (1): 47-52 (2009).
146. Lee, J. et al "Cooperative robotic assistant with drill-by-wire end-effector for spinal fusion surgery" *Industrial Robot*, 36 (1): 60-72 (2009).
147. Piccigallo, M. et al "Design of a novel bimanual robotic system for single-port laparoscopy" *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics*, 15 (6): 871-878 (2010).
148. Sekiguchi, Y. et al "Development of a tool manipulator driven by a flexible shaft for Single-Port Endoscopic Surgery" *J Robotics and Mechatronics*, 23 (6): 1115-1124 (2011).
149. Terry, B.S. et al "Single-port-access surgery with a novel magnet camera system" *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 59 (4): 1187-1193 (2012).
150. Choi, H., et al "Surgical robot for single-incision laparoscopic surgery" *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 61 (9): 2458-2466 (2014).
151. Seung, S. et al "Single-port robotic manipulator system for brain tumor removal surgery: SiromanS" *Mechatronics*, 26: 16-28 (2015).
152. Stoianovici, D. et al "An efficient needle injection technique and radiological guidance method for percutaneous procedures", *Proc. 1st Joint Conf.: CRVMed II & MRCAS III*, 295 -298 (1997).
153. Stoianovici, D. et al "A modular surgical robotic system for image-guided percutaneous procedures", *Proc. Medical Image Computing and Computer-Assisted Interventions (MICCAI,98)*, 404 -410 (1998).
154. Xu, K. et al "System design of an insertable robotic effector platform for Single Port Access (SPA) surgery" *2009 IEEE/RSJ Int Conf on Intelligent Robots and Systems, IROS 2009*, 5546-5552 (2009).
155. Ding, J. et al "Design, simulation and evaluation of kinematic alternatives for insertable robotic effectors platforms in single port access surgery" *Proc - IEEE Int Conf on Robotics and Automation*, 1053-1058 (2010).
156. Zahraee, A.H. et al "Robotic hand-held surgical device: Evaluation of end-effector's kinematics and development of proof-of-concept prototypes" *Lecture Notes in Computer Science, 6363 LNCS (PART 3)*, 432-439 (2010).
157. Berenson, D., Abbeel, P., Goldberg, K. "A robot path planning framework that learns from experience" *Proc - IEEE Int Conf on Robotics and Automation*, 3671-3678 (2012).
158. Jackson, R.C., Cavusoglu, M.C. "Needle path planning for autonomous robotic surgical suturing" *Proc - IEEE Int Conf on Robotics and Automation*, 1669-1675 (2013).

159. Berkelman, P., Ma, J. "A compact modular teleoperated robotic system for laparoscopic surgery" *Int J Robotics Research*, 28 (9): 1198-1215 (2009).
160. Boiadjiev, G. et al "Robotized system for bone drilling and cutting in orthopedic surgery" *Advanced Materials Research*, 740: 92-98 (2013).
161. Brett, P.N. et al "A smart generic micro-drilling tool applied in cochleostomy" *IFMBE Proc.*, 25 (6): 314-316 (2009).
162. Castro, C.A. et al "A wireless robot for networked laparoscopy" *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 60 (4): 930-936 (2013).
163. Chen, Y.Q., Sun, P.L. "Medical image processing system for minimally invasive spine surgery" *Advances in Intelligent and Soft Computing*, 128: 177-182 (2011).
164. Chow, D.-L. et al "A novel vision guided knot-tying method for autonomous robotic surgery" *IEEE Int Conf on Automation Science and Engineering*, 504-508 (2014).
165. Chow, D.-L., Newman, W. "Improved knot-tying methods for autonomous robot surgery" *IEEE Int Conf on Automation Science and Engineering*, 461-465 (2013).
166. Davies, B.L. "Robotic orthopedic surgery: From research to spin-off to acquisition" *18th Annual Int Conf on Mechatronics and Machine Vision in Practice 2011, M2VIP 2011*, 138-157 (2011).
167. Davies, B.L. et al "The Acrobot® system for robotic mis total knee and uni-condylar arthroplasty" *Int J Humanoid Robotics*, 3 (4): 417-428 (2006).
168. Ding, J., Simaan, N. "Choice of handedness and automated suturing for anthropomorphic dual-arm surgical robots" *Robotica*, 72 (2014).
169. Grossmann, C.M. "A new AS-display as part of the MIRO lightweight robot for surgical applications" *Proc of SPIE - The Int Society for Optical Engineering*, 7524, art. no. 752403 (2010).
170. Jacob, M.G., Li, Y.-T., Wachs, J.P. "A gesture driven robotic scrub nurse" *Conf Proc - IEEE Int Conf on Systems, Man and Cybernetics*, 2039-2044 (2011).
171. Kanaan, M. "Ranging based on maximum likelihood techniques for ultra wideband medical implants" *IEEE Int Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications, PIMRC*, 2234-2238 (2011).
172. Kim, D. et al "Development of a medical robot system for pedicle screw surgery assisted by fluoroscopic X-ray image" *Proc of IEEE Workshop on Advanced Robotics and its Social Impacts, ARSO*, 62-65 (2011).
173. Kim, L., Tang, S.C., Yoo, S.-S. "Prototype modular capsule robots for capsule endoscopies" *Int Conf on Control, Automation and Systems*, 350-354 (2013).
174. Kim, Y.H., le Minh, H. "A laboratory-level surgical robot system for minimal invasive surgery (MIS) total knee arthroplasty" *Int J Precision Engineering and Manufacturing*, 12 (2): 237-242 (2011).
175. Lee, W.-Y., Shih, C.-L. "Control and breakthrough detection of a three-axis robotic bone drilling system" *Mechatronics*, 16 (2): 73-84 (2006).
176. Leonard, S. "Smart tissue anastomosis robot (STAR): A vision-guided robotics system for laparoscopic suturing" *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 61 (4): 1305-1317 (2014).
177. Lum, M.J.H. et al "The RAVEN: Design and validation of a telesurgery system" *Int J Robotics Research*, 28 (9): 1183-1197 (2009).
178. Luo, H., Ding, J., Wang, S. "A master-slave robot system for minimally invasive laryngeal surgery" *2009 IEEE Int Conf on Robotics and Biomimetics, ROBIO 2009*, 782-787 (2009).
179. Moral, A.I. et al "Paranasal sinuses segmentation/reconstruction for robot assisted endonasal surgery" *Proc of VIPIMAGE 2007 - 1st ECCOMAS Thematic Conf on Computational Vision and Medical Image Processing*, 175-182 (2008).
180. Patronik, N.A., Zenati, M.A., Riviere, C.N. "Crawling on the heart: A mobile robotic device for minimally invasive cardiac interventions" *Lecture Notes in Computer Science*, 3217 (1 PART 2), 9-16 (2004).
181. Raabe, D., Dogramadzi, S., Atkins, R. "Semi-automatic percutaneous reduction of intra-articular joint fractures - An initial analysis" *Proc - IEEE Int Conf on Robotics and Automation*, 2679-2684 (2012).
182. Seung, S. et al "Development of image guided master-slave system for minimal invasive brain surgery" *Joint 41st Int Symposium on Robotics and 6th German Conf on Robotics 2010, ISR/ROBOTIK 2010*, 2: 710-715 (2010).
183. Russo, S., Dario, P., Menciassi, A. "A novel robotic platform for laser-assisted transurethral surgery of the prostate" *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 62 (2): 489-500 (2014).
184. Tadano, K., Kawashima, K. "Development of a master-slave system with force-sensing abilities using pneumatic actuators for laparoscopic surgery" *Advanced Robotics*, 24 (12): 1763-1783 (2010).
185. Taylor, R. et al "A sensory-guided surgical micro-drill" *Proc of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: J Mechanical Engineering Science*, 224 (7): 1531-1537 (2010).
186. Wang, T. et al "A removable hybrid robot system for long bone fracture reduction" *Bio-Medical Materials and Engineering*, 24 (1): 501-509 (2014).
187. Wang, X.-T. et al "Structure design and master-slave control system of a vascular interventional robot" *2011 IEEE Int Conf on Robotics and Biomimetics, ROBIO 2011*, 252-257 (2011).
188. Westphal, R. et al "Robot-assisted long bone fracture reduction" *Int J Robotics Research*, 28 (10): 1259-1278 (2009).
189. Wolf, A., Jaramaz, B. "MBARS: Mini bone attached robotic system for joint arthroplasty" *Proc of the First IEEE/RAS-EMBS Int Conf on Biomedical Robotics and Biomechanics, 2006, BioRob 2006*, 1053-1058 (2006).
190. Taylor, R. H. et al "A model-based optimal planning and execution system with active sensing and passive manipulation for augmentation of human precision in computer-integrated surgery", *Proc. 2nd Int. Symp. Experimental Robotics* (1991).
191. Taylor, R. H. et al "A passive/active manipulation system for surgical augmentation", *Proc. 1st Int. Workshop on Mechatronics in Medicine* (1992).
192. Taylor, R. H. et al "Augmentation of human precision in computer-integrated surgery", *Innovation et Technol. Biol. Med.*, 13: 450-459 (1992).
193. Potamianos, P., Davies, B. L., Hibberd, R. D. "Intra-operative imaging guidance for keyhole surgery methodology and calibration", *Proc. 1st Int. Symp. Medical Robotics and Computer Assisted Surgery*, 1: 98-104 (1994).

194. Schneider, O., Troccaz, J. "A six-degree-of-freedom passive arm with dynamic constraints (PADyC) for cardiac surgery application: Preliminary experiments", *Comput. Aided Surgery*, 6: 340 - 351 (2001).
195. Lee, H., Choi, Y., Yi, B.-J. "Stackable 4-BAR manipulators for single port access surgery" *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics*, 17 (1): 157-166 (2012).
196. Rivas-Blanco, I. et al "Force-position control for a miniature camera robotic system for single-site surgery" *IEEE Int Conf on Intelligent Robots and Systems*, 3065-3070 (2013).
197. Rivas-Blanco, I. et al "Single incision laparoscopic surgery using a miniature robotic system" *IFMBE Proc*, 41: 105-108 (2014).
198. Dimaio, S., Hanuschik, M., Kreaden, U. "The Da Vinci surgical system" *Surgical Robotics: Systems Applications and Visions*, 199-217 (2011).
199. Li, J. et al "A class of 2-degree-of-freedom planar remote center-of-motion mechanisms based on virtual parallelograms" *J Mechanisms and Robotics*, 6 (3): art. no. 031014 (2014).
200. Locke, R.C.O., Patel, R.V. "Optimal remote center-of-motion location for robotics-assisted minimally-invasive surgery" *Proc - IEEE Int Conf on Robotics and Automation*, 1900-1905 (2007).
201. Marinho, M.M., Bernardes, M.C., Bó, A.P.L. "A programmable remote center-of-motion controller for minimally invasive surgery using the dual quaternion framework" *Proc of the IEEE RAS and EMBS Int Conf on Biomedical Robotics and Biomechanics*, 339-344 (2014).
202. Mitsuishi, M. et al "A telerobotics system with collocated view and operation points and rotational-force-feedback-free master manipulator", *Proc. 2nd Int. Symp. Medical Robotics and Computer Assisted Surgery*, 111 -118 (1995).
203. Cutting, C. B. et al "Applications of simulation, morphometrics and robotics in craniofacial surgery", *Computer-Integrated Surgery*, 641 - 662 (1996).
204. Lavalée, S. et al "Image-guided operating robot: a clinical application in stereotactic neurosurgery", *Computer-Integrated Surgery*, 343 - 352 (1996).
205. Taylor, R. H. et al "A telerobotic assistant for laparoscopic surgery", *IEEE Eng. Med. Biol. Mag.*, 14: 279 -287 (1995).
206. Kobayashi, E. et al "A new safe laparoscopic manipulator system with a five-bar linkage mechanism and an optical zoom", *Comput. Aided Surgery*, 4: 182 - 192 (1999).
207. Taylor, R. H. et al "A steady-hand robotic system for microsurgical augmentation", *Int. J. Robot. Res.*, 18: (1999).
208. Begin, E. et al "A robotic camera for laparoscopic surgery: conception and experimental results", *Surgical Laparoscopy and Endoscopy*, 5: (1995)
209. Sackier J. M. et al "Robotically assisted laparoscopic surgery: from concept to development", *Computer-Integrated Surgery*, 577 -580 (1996).
210. Berkelman, P. et al "A compact, compliant laparoscopic endoscope manipulator", *Proc. IEEE Int. Conf. Robotics and Automation*, 1870 -1875 (2002).
211. Carbone, G., Ceccarelli, M. "A serial-parallel robotic architecture for surgical tasks" *Robotica*, 23 (3): 345-354 (2005).
212. Sang, H., He, C., Li, J., Zhang, L. "Dynamic modeling and trajectory tracking control for a 3-DOF instrument in minimally invasive surgery" *2009 IEEE Int Conf on Robotics and Biomimetics, ROBIO 2009*, 331-336 (2009).
213. Savioz, G., Perriard, Y. "Miniature short-stroke linear actuator" *IEEE Industry Applications Magazine*, 17 (6): 14-19 (2011).
214. Seow, C.M., Chin, W.J., Nelson, C.A. "Robot kinematic design studies for natural orifice surgery" *Proc of the ASME Design Engineering Technical Conf, 6 (PARTS A AND B)*, 605-613 (2011).
215. Shang, J., et al "Design of a multitasking robotic platform with flexible arms and articulated head for Minimally Invasive Surgery" *IEEE Int Conf on Intelligent Robots and Systems*, 1988-1993 (2012).
216. Tang, C., Zhang, J., Cheng, S. "Kinematics analysis for a hybrid robot in minimally invasive surgery" *2009 IEEE Int Conf on Robotics and Biomimetics, ROBIO 2009*, 1941-1946 (2009).
217. Tawfik, K., Ata, A.A., Al-Tabey, W.A. "Kinematics and dynamics analysis of micro-robot for surgical applications" *World J Modelling and Simulation*, 5 (1): 22-29 (2009).
218. Voros, S. et al "ViKY robotic scope holder: Initial clinical experience and preliminary results using instrument tracking" *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics*, 15 (6): 879-886 (2010).
219. Wang, H. et al "A novel surgery robotic system used for minimally invasive" *Int J Innovative Computing, Information and Control*, 10 (2): 617-629 (2014).
220. Webster III, R.J., Romano, J.M., Cowan, N.J. "Kinematics and calibration of active cannulas" *Proc - IEEE Int Conf on Robotics and Automation*, 3888-3895 (2008).
221. Ye, R., Chen, Y., Yau, W. "A simple and novel hybrid robotic system for robot-assisted femur fracture reduction" *Advanced Robotics*, 26 (1-2): 83-104 (2012).
222. Frasson, L. et al "Early developments of a novel smart actuator inspired by nature" *15th Int Conf on Mechatronics and Machine Vision in Practice, M2VIP'08*, 163-168 (2008).
223. Haraguchi, D., Tadano, K., Kawashima, K. "Development of a pneumatically-driven robotic forceps with a flexible wrist joint" *Procedia CIRP*, 5: 61-65 (2013).
224. He, C., et al "Kinematics analysis of the coupled tendon-driven robot based on the product-of-exponentials Formula" *Mechanism and Machine Theory*, 60: 90-111 (2013).
225. Olds, K.C. et al "Preliminary evaluation of a new microsurgical robotic system for head and neck surgery" *IEEE Int Conf on Intelligent Robots and Systems*, 1276-1281 (2014).
226. Sheridan, T. B. et al "Haptics and supervisory control in telesurgery", *Proc. 41st Human Factors and Ergonomics Society*, 2, 1134 -1137 (1997).
227. Adams, L. et al "CAS, a navigation support for surgery", *3D Imaging in Medicine*, 411 - 423, Springer-Verlag (1990).
228. Smith, K. R., Frank, K. J., Bucholz, R. D. "The neurostation, a highly accurate minimally invasive solution to frameless stereotactic

- neurosurgery", *Comput. Med. Imaging Graph.*, 18: 247 -256 (1994).
229. Taylor, R. H. et al "A telerobotic assistant for laparoscopic surgery", *Computer-Integrated Surgery*, 581 -592 (1996).
230. Reinhardt, H. F. et al "Neuronavigation: a ten years review", *Computer-Integrated Surgery*, 329 - 342, MIT Press (1996).
231. DiGioia, A. M. et al "HipNav: pre-operative planning and intra-operative navigational guidance for acetabular implant placement in total hip replacement surgery", *Comput. Assisted Orthopedic Surgery* (1996).
232. Simon, D. A. et al "Development and validation of a navigational guidance system for acetabular implant placement", *Proc. 1st Joint Conf. CVRMed and MRCAS*, 583 -592 (1997).
233. Nolte, L. P. et al "Use of C-arm for surgical navigation in the spine", *Proc. CAOS/USA'98* (1998).
234. Yang, J., Yang, B., Cui, F. "Design of a computer aided surgical navigation system based on C-arm" *Proc of the IEEE Int Conf on Automation and Logistics, ICAL 2008*, 73-76, (2008).
235. Zhai, W., Zhao, Y., Jia, P. "A navigation system for minimally invasive abdominal intervention surgery robot" *2008 IEEE Int Conf on Robotics, Automation and Mechatronics, RAM 2008*, 819-823, (2008).
236. Bauzano, E. et al "Control methodologies for endoscope navigation in robotized laparoscopic surgery" *Communications in Computer and Information Science, 82 CCIS*, 11-22 (2010).
237. Bauzano, E., Muñoz, V.F., Garcia-Morales, I. "A multi-behaviour algorithm for auto-guided movements in surgeon assistance" *Int J Mechanics and Control*, 12 (1): 35-41 (2011).
238. Wang, Y., Xiao, N., Guo, S. "Design of a surgeon's controller for catheter navigation" *IEEE Int Conf on Mechatronics and Automation, IEEE ICMA 2013*, 974-978 (2013).
239. Bauzano, E. et al "Robot collaborative assistance for suture procedures via minimally invasive surgery" *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 252: 255-269 (2014).
240. Uecker, D. R. et al "A speech-directed multi-modal man-machine interface for robotically enhanced surgery", *Proc. 1st Int. Symp. Medical Robotics and Computer Assisted Surgery (MRCAS '94)*, 176 -183 (1994).
241. Howe, R. D. et al "Remote palpation technology", *IEEE Eng. Med. Biol. Mag.*, 318 - 323 (1995).
242. Aulignac, D. D., Balaniuk, R., Laugier, C. "A haptic interface for a virtual exam of the human thigh", *Proc. IEEE Int. Conf. Robotics and Automation*, 2452 -2457 (2000).
243. Kumar, R. et al "Preliminary experiments in cooperative human/robot force control for robot assisted microsurgical manipulation", *Proc. Int. Conf. Robotics and Automation*, 610 -617 (2000).
244. Kumar, R. *An augmented steady-hand system for precise micromanipulation*, PhD thesis, The Johns Hopkins Univ (2001).
245. Berkelmann, P. J. et al "Performance evaluation of a cooperative manipulation microsurgical assistant robot applied to stapedotomy", *Proc. Medical Image Computing and Computer-Assisted Interventions (MICCAI 2001)*, 1426 -1429 (2001).
246. Nudehi, S.S., Mukherjee, R., Ghodoussi, M. "A shared-control approach to haptic interface design for minimally invasive telesurgical training" *IEEE Transactions on Control Systems Technology*, 13 (4): 588-592 (2005).
247. Fujino, S. et al "Displaying feeling of cutting by a micro-scissors type haptic device" *Proc - IEEE Int Conf on Robotics and Automation*, 2067-2072 (2008).
248. Holbert, B., Huber, M. "Building a haptically enhanced computer desktop for the physically disabled using a force feedback mouse" *Proc of the 4th IASTED Int Conf on Telehealth and Assistive Technologies, Telehealth/AT 2008*, 25-30 (2008).
249. Gyurka, B. et al "The control of the PARAMIS parallel robot using a haptic device" *2010 IEEE Int Conf on Automation, Quality and Testing, Robotics, AQTR 2010 - Proc*, 1: 354-359 (2010).
250. Perreault, S. et al "A 7-DOF haptics-enabled teleoperated robotic system: Kinematic modeling and experimental verification" *2010 3rd IEEE RAS and EMBS Int Conf on Biomedical Robotics and Biomechanics, BioRob 2010*, 906-911 (2010).
251. Sun, Z., Wang, Z., Phee, S.J. "Towards haptics enabled surgical robotic system for NOTES" *IEEE Conf on Robotics, Automation and Mechatronics, RAM - Proc*, 229-233 (2011).
252. Li, H., et al "Achieving haptic perception in forceps manipulator using pneumatic artificial muscle" *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics*, 18 (1): 74-85 (2013).
253. Sun, Z., Wang, Z., Phee, S.J. "Haptic modeling of stomach for real-time property and force estimation" *J Mechanics in Medicine and Biology*, 13 (3): (2013).
254. Syed, A.A. et al "Maxillofacial surgical robotic manipulator controlled by haptic device with force feedback" *ICME Int Conf on Complex Medical Engineering, CME 2013*, 363-368 (2013).
255. Yoon, S.-M., Choi, W.-H., Lee, M.-C. "Backlash compensation by smooth backlash inverse for haptic master device using cable-conduit" *Int Conf on Control, Automation and Systems*, 127-132 (2014).
256. Lee, D.-H., Kim, U., Choi, H.R. "Development of multi-axial force sensing system for haptic feedback enabled minimally invasive robotic surgery" *IEEE Int Conf on Intelligent Robots and Systems*, 4309-4314 (2014).
257. Marbán, A. et al "Haptic feedback in surgical robotics: Still a challenge" *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 252: 245-253 (2014).
258. Azuma, D., Lee, J., Narumi, K., Arai, F. "Fabrication and feedback control of an articulated microarm" *Proc - IEEE Int Conf on Robotics and Automation*, 3073-3078 (2009).
259. McMahan, W. et al "Tool contact acceleration feedback for telerobotic surgery" *IEEE Transactions on Haptics*, 4 (3): 210-220 (2011).
260. Schäfer, F., Zoppi, M., Molfino, R. "Design of a 6-DOF force-feedback joystick for robotic laparoscopic surgery" *39th Int Symposium on Robotics, ISR 2008*, 808-813 (2008).
261. Trejo, F., Hu, Y. "Suitability of two models of torque feedback for performing a robot-assisted circular tracing task" *Proc - 2013 IEEE Int Conf on Systems, Man, and Cybernetics, SMC 2013*, 3366-3371 (2013).

262. Boonvisut, P., Çavuşoğlu, M.C. "Estimation of soft tissue mechanical parameters from robotic manipulation data" *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics*, 18 (5): 1602-1611 (2013).
263. Dong, J., Zhang, L., Yu, L., Liu, E. "Puncture locating for laparoscopic robot in minimally invasive surgery" *Proc - 2008 2nd Int Symposium on Intelligent Information Technology Application, IITA 2008*, 1: 658-662 (2008).
264. Duchemin, G. et al "A hybrid position/force control approach for identification of deformation models of skin and underlying tissues" *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 52 (2): 160-170 (2005).
265. Gherman, B. et al "Development of inverse dynamic model for a surgical hybrid parallel robot with equivalent lumped masses" *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 28 (3): 402-415 (2012).
266. Hu, T. et al "Insertable surgical imaging device with pan, tilt, zoom, and lighting" *Proc - IEEE Int Conf on Robotics and Automation*, 2948-2953 (2008).
267. Jiang, J. et al "Development of a six-dimensional sensor for minimally invasive robotic surgery" *J Mechanics in Medicine and Biology*, 14 (5): (2014).
268. Rosen, J. et al "Macro and micro soft-tissue biomechanics and tissue damage: Application in surgical robotics" *Surgical Robotics: Systems Applications and Visions*, 583-618 (2011).
269. Schwalb, W., Shirinzadeh, B., Smith, J. "Surgical slave with a novel method for force sensing and trocar friction reduction" *Advanced Materials Research*, 622: 1362-1367 (2013).
270. Tanaka, T., Guo, S., Xiao, N. "Development of a doctor's finger motion measurement device for a remote catheter operating system" *IEEE Int Conf on Mechatronics and Automation, IEEE ICMA 2013*, 963-967 (2013).
271. Teoh, S.H., Chui, C.K. "Bone material properties and fracture analysis: Needle insertion for spinal surgery" *J the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 1 (2): 115-139 (2008).
272. Wang, X., Qi, H.J., Rentschler, M.E. "Analysis of wheel-tissue interaction for in vivo robotic mobility" *ASME Int Mechanical Engineering Congress and Exposition, Proc (IMECE)*, 9: 685-694 (2010).
273. Yang, B., Wong, W.-K., Liu, C., Poignet, P. "3D soft-tissue tracking using spatial-color joint probability distribution and thin-plate spline model" *Pattern Recognition*, 47 (9): 2967-2973 (2014).
274. Zemiti, N., Ortmaier, T., Morel, G. "A new robot for force control in minimally invasive surgery" *IEEE/RSJ Int Conf on Intelligent Robots and Systems (IROS)*, 4: 3643-3648 (2004).
275. Kim, K.-Y. et al "Human arm-like surgical robot system with force reflection measurement for minimally invasive surgery" *Proc of the 14th Int Symposium on Artificial Life and Robotics, AROB 14th'09*, 313-316 (2009).
276. Kosari, S.N. et al "Robotic compression of soft tissue" *Proc - IEEE Int Conf on Robotics and Automation*, 4654-4659 (2012).
277. Li, M., Gu, A., Yang, S., Lu, C. "Simulation of whisker sensor in robotic assisted beating cardiac surgery" *Advanced Materials Research*, 403-408: 4073-4078 (2012).
278. Luo, R.C. et al "Cartesian position and force control with adaptive impedance/compliance capabilities for a humanoid robot arm" *Proc - IEEE Int Conf on Robotics and Automation*, 496-501 (2013).
279. Mayer, H. et al "A system for robotic heart surgery that learns to tie knots using recurrent neural Networks" *IEEE Int Conf on Intelligent Robots and Systems*, 543-548 (2006).