01



本 科 生 毕 业 设 计

外 文 资 料 翻 译

**专 业**  计算机科学与技术

**班 级** 计算机202

**姓 名** 周杰

**指导教师** 戴国勇（副教授）

**所在学院** 信息科技学院

**附 件** 1.外文资料翻译译文1;2.外文原文1

3.外文资料翻译译文2;4.外文原文2

附件1，外文资料翻译译文1:

[Remote consultation based on mixed reality technology](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2414644720300014" \t "/Users/jiezhou/Documents\\x/_blank)

**基于混合现实技术的远程会诊**

华中科技⼤学同济医学院附属武汉协和医院⻣科, 武汉市解放⼤道1277号 430022

摘要

远程医疗包括远程放射、远程超声诊断、远程⼿术、远程医疗会诊等形式。远程医疗咨询是最常⽤的远程医疗形式。然⽽，传统的远程医疗会诊 受限于缺乏沟通和呈现⽅式，其⼴泛应⽤受到极⼤限制。混合现实技术打破了虚拟现实和现实之间的界限，带来了远程会诊的新⽅式。

关键字：混合现实、远程通讯、远程⼿术

1. **引言**

在我国，医疗资源分布不均、医患不匹配是造成医患关系紧张的重要因素。医疗资源的精准配置 和匹配是当前和未来医疗发展的关键问题之⼀。加强医联体建设、推进分级诊疗是我国当前医改 的⾸要任务.以远程医疗为载体的分级诊疗是⽬前中国政府正在⼤⼒推⼴的，也是未来的发展趋 势[1,2]。远程医疗可以超越时间和空间的限制，利⽤通信技术、多媒体技术和计算机技术来获取患者的数据，⽤于诊断患者的病情，为远程患者或医⽣提供治疗建议和相关医疗指导。[3]远程医疗有很多优点，可以为医⽣和患者节省⼤量费⽤、时间和精⼒。⽽且，远程医疗提⾼了医疗⼯作的效率，缓解了医疗资 源的不平衡，提⾼了整个⾏业的发展⽔平。

1. **经验**

为探索混合现实（MR）技术在远程会诊中的应⽤，建⽴远程医疗协作系统[4]，全球⾸例基于MR技术的三站点远程会诊⼿术于2018年1⽉8⽇成功实施。武汉协和医院⻣科于中国湖北省、中国新疆维吾尔⾃治区博尔塔拉蒙古族⾃治州⼈⺠医院与美国弗吉尼亚理⼯学院和州⽴⼤学同时合作推出了基于MR技术的新型远程会诊系统[5]。

远程术前讨论、医患沟通、远程⼿术指导[6]均在这三个地点顺利进⾏。该案例表明，通过使⽤ MR 远程会诊和协作，产科系统、传统远程术前病例讨论、医患沟通、术中会诊指导等⽅式发⽣⾰命性的变化，给远程医疗带来了显着的变化[7,8]。

在术前讨论⽅⾯，传统的术前讨论只能通过传输平⾯图⽚或视频[9]进⾏，难以对患者病情进⾏整体分析和评估，并制定合适的⼿术⽅案。混合现实远程协作技术通过将患者的⽴体医疗数据和远程医⽣的投影投射到本地物理中，在本地医⽣、本地环境、患者的⽴体数据和远程医⽣之间建⽴⽆缝的通信回路。环境，实现“远程医⽣跨⼊”[10,11]的奇特效果。通过MR云技术，本地医⽣将患者的图像数据以及基于图像数据重建的3D模型上传到云端，远程医⽣同时佩戴混合现实眼镜观看MR图像，从⽽使本地医⽣和远程医⽣能够实时查看患者的MR图像。远程医⽣可以同时编辑切割、⽂字标注、6种颜⾊调整、透明度、⼿术路径标注、测量并标注体积、长度、⻆度等模型。因此，借助MR技术，⽅便实时时间互动和分享是可能的。混合现实协作具有直观、易⽤、信息量⼤的特点，不仅提⾼了远程协作的效率协作，也增强了医⽣深度感知的能⼒病灶的空间结构和位置关系在医患沟通⽅⾯，传统的沟通⽅式以图⽚组合的形式进⾏虽有语⾔表达，但医患之间医学知识背景和医疗信息的不对称，使得沟通效果⼤⼤降低。

MR技术有效地解决医患之间信息不对称的瓶颈。通过直接通过混合现实眼镜提供逼真且个性化的⽴体全息图像，患者可以看到⾃⼰的病灶⼀⽬了然，医患沟通变得更简单、更直接。

在远程⼿术指导中，传统的⼿术远程指导反馈系统主要包括图像处理模块、⾳频模块传输模和视频屏幕捕获模块。远程专家⾸先必须通过屏幕截图获得⼿术图像，然后标记屏幕图像，然后将标记的图像返回给操作⽹站，并⽤⾳频和视频解释图⽚。因此，现有的⼿术远程指导系统由于存在⼀定的滞后性，⽆法实现实时同步指导。

通过MR技术，⼤幅提升协作体验和效率，远程医⽣可以“被带到”本地⼿术室[12,13]。在外科⼿术中⼿术室上⽅放置的⾼清摄像头实时记录⼿术过程，并将视频传输⾄远程专家通过⾼清视频现场信号。的指导咨询专家，如识别和标记关键区域、指导螺钉进⼊点、进⼊⽅向和长度，可以通过MR实时呈现在当地外科医⽣的⼿术视野中技术。这项技术真正带来了远⽅专家的指导实时进⼊⼿术现场，可以帮助外科医⽣安全、成功地完成⼿术，提⾼⼿术效率咨询⼯作。

1. **结果分析**

⼀些⽣活在偏远地区（如博尔塔拉蒙古族⾃治州）的患者由熟练的技术⼈员进⾏远程⼿术会诊。

通过MR远程会诊系统为⼤城市的专家提供服务，包括股⻣颈⻣折、股⻣粗隆间⻣折患者患有腰椎⻣折。他们所有⼈都获得了⾼质量的医疗服务。对这些患者的半个⽉、1个⽉、3个⽉的随访也有结果。他们的进⼀步恢复仍在进⾏中观察。

中国幅员辽阔，但发展不平衡。许多远程我国的新疆维吾尔⾃治区、西藏⾃治区、内蒙古⾃治区等地处边疆地区，与东部发达地区相距较远，经济条件较好。医疗保健。当⽣活在那些偏远地区的⼈们想要去⼤城市看病时，他们通常需要花费时间和⼤量⾦钱。这远程会诊可以很好地解决这种情况，特别是适⽤于紧急情况和危重病⼈。本地医护⼈员和远⽅⾼⽔平医⽣，结合MR远程会诊和共同为偏远地区的患者服务，不仅节省了时间患者，同时也帮助这些患者的医疗技术的发展中国的地区。

1. **结论**

MR技术的成功应⽤是远程医疗的医学⾥程碑之⼀。不仅使得3D空间信息的实时传输、可视化表达、准确理解可能，但也打破了虚拟世界和现实世界之间的界限物理现实世界。同时，它突破了限制真正为远程⼿术的快速发展提供了可靠的技术保障。它还提供了坚实的应⽤基础促进医学⼈才的培养和快速成⻓。

**参考文献**

1. References 1. Zheng X, Rodríguez-Monroy C. The development of intelligent healthcare in China. Telemed J E Health. 2015;21(5):443–448.
2. Wang SY, Parsons M, Stone-McLean J, et al. Augmented reality as a telemhedicine platform for remote procedural training. Sensors (Basel). 2017;17(10):2294.
3. Cai H, Wang H, Guo T, Bao G. Application of telemedicine in Gansu province of China. PLoS One. 2016;11(6): e0158026.
4. McDermott FD, Kelly ME, Warwick A, et al. Problems and solutions in delivering global surgery in the 21st century. Br J Surg. 2016;103(3):165–169.
5. Yetisen AK, Martinez-Hurtado JL, Ünal B, Khademhosseini A, Butt H. Wearables in medicine. Adv Mater. 2018;30(33): e1706910.
6. Seitel M, Maier-Hein L, Rietdorf U, et al. Towards a mixed reality environment for preoperative planning of cardiac surgery. Stud Health Technol Inform. 2009;142:307–309.
7. Mitsuno D, Hirota Y, Akamatsu J, Kino H, Okamoto T, Ueda K. Telementoring demonstration in craniofacial surgery with HoloLens, Skype, and three-layer facial models. J Craniofac Surg. 2019;30(1):28–32.
8. Fida B, Cutolo F, di Franco G, Ferrari M, Ferrari V. Augmented reality in open surgery. Updates Surg. 2018;70(3):389–400.
9. Smith LN, Farooq AR, Smith ML, Ivanov IE, Orlando A. Realistic and interactive highresolution 4D environments for real-time surgeon and patient interaction. Int J Med Robot. 2017;13(2): e1761.
10. Hu HZ, Feng XB, Shao ZW, et al. Application and prospect of mixed reality technology in medical field. Curr Med Sci. 2019;39(1):1–6.
11. Wu XH, Liu R, Yu J, et al. Mixed reality technology launches in orthopedic surgery for comprehensive preoperative management of complicated cervical fractures. Surg Innov. 2018;25(4):421–422.
12. Datta N, MacQueen IT, Schroeder AD, et al. Wearable technology for global surgical teleproctoring. J Surg Educ. 2015;72(6):1290–1295.
13. Shenai MB, Dillavou M, Shum C, et al. Virtual interactive presence and augmented reality (VIPAR) for remote surgical assistance. Neurosurgery. 2011;68(1 Suppl Operative):200– 207; discussion 207.

附件3，外文资料翻译译文2:

Procedia Computer Science 198 (2022) 164–170

**将远程问诊系统应用于中风系统**

***Angelo Croattia,∗ , Marco Longonib, Sara Montagnaa***

Alma Mater Studiorum – Universit`a di Bologna, Computer Science and Engineering Department, Cesena, Italy bAUSL della Romagna, U.O. Neurologia e Stroke Unit, Forl`ı-Cesena, Italy

## 摘要

在医疗保健领域，我们在过去十年中协助实现显着发展的分支之一是远程医疗。ICT 领域的增强推动了这一发展，达到了当前最先进的水平。 尽管如此，尽管远程医疗对患者健康和当地卫生当局的经济都有不可否认的好处，但如今它尚未得到充分采用。 最近的COVID-19大流行进一步强化了当今远程医疗的作用和重要性，也凸显了现有的差距。 本文描述了一种名为 TeleStroke 的面向远程医疗的软件系统，用于支持可能的中风的远程诊断，应用于 Hub&Spoke 医疗机构。

关键字：远程医疗，远程会诊，神经病学，中风，智能眼镜

1. **引言**

1998年，世界卫生组织在讨论进入21世纪的健康趋势时[1]（世卫组织）指出，远程医疗等可能成为获得初级治疗的基石，加速提升整个医疗保健流程。如今，COVID-19 大流行再次凸显了远程医疗的潜力在医疗保健领域发挥至关重要的作用，不仅限于改善医疗保健服务和援助惠及人们的方式还可以加强医生之间的合作，减少不必要的成本和人员、从业人员的流动和资产[2]。 同时，在过去的几十年里，信息和通信技术（ICT）大大增强。 特别是在移动和普及领域开发的硬件和软件技术计算、物联网和可穿戴计算已经足够成熟，可以参与设计新颖的软件系统类别，以⽀持⼴泛的医疗保健服务的软件系统领域，特别是提⾼远程医疗在许多医学领域的影响。

根据官⽅和国际定义，远程医疗可以有多种实施⽅式：其中之⼀是远程会诊。简⽽⾔之，远程会诊是指从业者请求特定医学领域专家的⽀持，以减少对假定疾病进⾏准确诊断所需的时间。例如，在基于中⼼和辐射的卫⽣组织中[3]，⼀般来说，专业能⼒集中在中⼼医院，⽽辐射医院则分散到区域内，通常会暴露通⽤医疗能⼒。在这种情况下，如果需要在分⽀医院管理复杂的疾病，远程会诊可以提供⼀种有效的⽅法，将专业能⼒从中⼼快速转移到分⽀，避免患者集中到中⼼，减少⽆价值的运输成本，最重要的是，提⾼整个卫⽣系统的效率。

在本⽂中，我们提出了⼀个名为TeleStroke 的系统，该系统诞⽣于对真实场景的分析，即“M.位于意⼤利切塞纳的“布法利尼”医院，该医院按照中⼼辐射模式管理神经急症。这种病理学具有时间依赖性，这意味着需要及时护理以确保获得最佳结果。此外，它需要神经学专 家进⾏正确的诊断。尽管远程医疗已被认为是这种情况下的关键[4, 5]，但其使⽤仍然有限。如今，在我们的组织中，专家集中在 Hub 中，远程咨询是通过护⼠和护理⼈员在 Spoke 中获得的患者状态⼝头描述通过电话进⾏的，⼏乎⽆法访问诊断图像。这可能会影响诊断的准确性。本⽂的贡献是构思⼀个系统，通过⽀持远程中⻛诊断的远程会诊来提⾼这种情况下的护理质量。因此，TeleStroke就是为了满⾜此类要求⽽设计的。⼀般来说，TeleStroke系统是⼀个智能软件系统，旨在减少对疑似中⻛患者进⾏诊断所需的时间，允许远程神经科医⽣使⽤基于⽹络的⾳频/视频流以及可穿戴设备。

本次贡献的组织如下。⾸先，第2节介绍了医疗保健远程医疗的最新技术背景，特别是时间依赖性病理管理的应⽤背景。然后，第3节介绍TeleStroke系统，描述其架构和所开发原型的当前状态。最后，第4节通过对项⽬当前状态的第⼀次讨论来总结本⽂。

1. **背景及相关作品**

远程医疗是最有前途和最令⼈兴奋的电⼦医疗领域之⼀，其基础是移动信息⽽不是⼈员，事实证明，远程医疗可以提供临床益处，并通过提供更多信息来积极影响患者的治疗结果[6, 7]及时、有效且易于获得的护理。它定义为：在医疗专业⼈员和患者（或两名医疗专业⼈员）不在同⼀地点的情况下，通过使⽤信息通信技术提供医疗保健服务。它涉及通过⽂本、声⾳、图像或其他形式安全传输患者预防、诊断、治疗和随访所需的医疗数据和信息。

移动和物联⽹技术（例如可穿戴设备、智能⼿机、体域⽹、⽆线通信）的传播使远程医疗成为可能并受到⼤⼒推动。根据普及医疗保健计算 的愿景，它允许尽可能⼴泛和更平等地获得医疗保健服务，从⽽随时随地为每个⼈提供护理[8]。

远程医疗包括多种服务，其中值得⼀提的是远程监护、电视就诊和远程会诊。远程监护是⼀种远程医疗服务，可以远程监控患者的健康状况。患者的⽣命体征和⾝体测量数据可以通过可穿戴设备⾃动收集，也可以通过移动或⽹络应⽤程序⼿动输⼊数据。数据与医疗保健专业⼈员共享，他们定义治疗⽅案、安排电视访问、要求采取更多措施，⽽⽆需患者转移到医院医疗保健设施。远程会诊是指两个或多个医疗保健专业⼈员之间就某个医疗问题进⾏互动，以远程提供诊断或治疗建议。此外，远程会诊还利⽤了⼀系列其他远程医疗服务，例如远程放射学，其中涉及将放射线图像从地球上的任何地⽅电⼦传输到任何地⽅，以进⾏解释或咨询。

更具体地说，在本⽂中，我们提出了⼀种远程会诊应⽤程序，旨在⽀持中风紧急情况护理中采⽤的中⼼辐射模型[3, 13] 。⽬标是提⾼诊断质量并缩短诊断时间，因为中风是⼀种时间依赖性疾病，其结果与从发病到治疗的时间缩短密切相关。在这种情况下，神经科远程会诊对于像没有神经科医⽣值班的辐照医院这样的环境是有益的。此外，远程会诊可能有助于选择应直接集中在中⼼医院⽽不是转诊⾄ 辐射中⼼的患者。考虑到定义为中风检测医疗⽅案的检查表缺乏特异性（低于 50%），这⼀点尤其正确[14]。因此，需要神经病学专业知 识来早期发现中风，这对于优化中风患者的诊断和治疗途径起着关键作⽤。由于神经科医⽣通常集中在中⼼医院，⽽不是在院前协助患 者的急救团队的⼀部分，因此需要进⾏远程会诊。

为了实现远程⽀持，基于移动技术的远程医疗系统已应⽤于卒中管理[4,5,14 ] 。⼀般来说，⽂献中可⽤的系统包括获取和传输视频和 ⾳频信息（主要是患者的病史和检查）的设备，例如计算机断层扫描仪（如果救护车配备的话），以便在患者转运期间实现远程神经学评估。摄像头嵌⼊救护车或移动设备中。特别是，⽂献报道的试点研究和系统通常处于早期版本，很少有关于系统如何开发的技术细节 [15,13 , 16,17 ]。此外，它们的传播在我们的背景下仍然受到限制，⽽⼀些成功的例⼦表明TeleStroke值得利⽤[18]。

1. **TeleStroke系统**

TeleStroke系统是与⼀家意⼤利医院的中风科室合作构思和设计的，该科室是地区性地⽅卫⽣当局的⼀部分，在该机构中普遍采⽤中⼼辐射模型来管理时间依赖性病理。该系统旨在为分布在整个地区的急诊科的医⽣提供与专业神经科医⽣的远程会诊，以进⾏有效的中风诊断。

治愈疑似中风患者的机会与医⽣诊断和治疗患者这种危重疾病的速度成正⽐。尽管所有医⽣都应该确定患者可能患有中风，但只有神经病学专家才有资格进⾏精细诊断，以确定中风的严重程度并为患者制定适当的治疗⽅法。换句话说，只有在神经学诊断之后，中风患者可能会被引导进⼊更合适的诊断和治疗途径，从⽽可能导致服⽤药物以减少中风对患者⽣活的影响从技术上讲，是溶栓治疗或决定紧急⾎管内治疗。不幸的是，在那些医疗服务点普遍分布在整个地区的卫⽣组织中，除了主要中⼼之外，神经科医⽣可能并不总是能够在现场对疑似中风病例进⾏快速诊断。在这种情况下，将患者从急救中⼼转移到最近的中风科室⼤型医院所需的时间可能会不可挽回地影响患者的状况及其⽣存/康复机会。在此背景下，远程医疗支持考虑到需要提⾼各医院之间的技术和功能联系的效率，促进企业护理路径的凝聚⼒和同质性（⽆论⽹络接⼊点如何），这似乎是可取的。

TeleStroke系统的主要⽬标是允许医⽣在专⻔的神经科医⽣的远程指导下进⾏准确的中风诊断。远程神经科医⽣需要与医⽣实时互动，并根据 NIHSS（美国国⽴卫⽣研究院卒中量表）[19]同时查看患者的反应和反应， NIHSS 是神经科医⽣⽤来量化由中风引起的损伤的概念⼯具。客观上是中风。反之亦然，医⽣按照远程神经科医⽣收到的指⽰与患者互动，要求他们执⾏特定的动作，例如，他们如何响应有关移动眼睛、说话、移动⼿臂等的请求。这样，当真正诊断出中风时，可以⽴即开始治疗，⽽⽆需等待患者转移到中风病房。对于⼤多数疑似中风患者来说，治疗质量和成功率⽅⾯的好处是不可否认的，因为中风是⼀种时间依赖性病理学。其次，在降低⼈员成本和更好的资源管 理⽅⾯也可以看到优势。

⼀般来说， TeleStroke系统是⼀个软件系统，暴露出两个不同的宏观部分。这些部分（⼦系统）分别是为操作者设计的 负责直接管理疑似中风患者的医⽣，负责进⾏中风诊断的远程神经科医⽣在轮辐侧⼯作，⽽专家则在轮毂侧⼯作。以下段落解释了这两个部分的粗粒度要求操作员⼦系统（辐条侧）。在操作员⽅⾯，戴着智能眼镜的医⽣可以要求远程神经科医⽣进⾏远程会诊。引⼊智能眼镜作为操作员与系 统交互的设备的动机有两个：(1) 免提交互更可取，因为操作员在会诊期间需要触摸/移动患者， (2) 专家需要实时查看操作员所看到的内容。此外，在远程会诊期间，操作员需要与远程专家交谈，并在智能眼镜显⽰屏上接收有关远程会诊正在进⾏状态的⾮侵⼊性消息（例如， 在特定时刻评估的 NIHSS 的步骤） 。

专家⼦系统（集线器侧）。在专家⽅⾯，神经科医⽣（不参与其他远程会诊）可以回答操作员的远程远程会诊请求。当远程会诊开始时，专家需要与操作员通话，同时查看操作员智能眼镜捕获和传输的视频。此外，专家应利⽤设计充分的界⾯来遵循 NIHSS 检查表，并注释患者的临床情况和 NIHSS 步骤的结果。最后，在远程会诊结束时，系统会计算中风的严重程度，为专家提供所有详细信息以得出患者诊断结论。

TeleStroke系统本质上是⼀个分布式软件系统，由两个不同的部分组成，分别专⽤于操作员和专家。尽管如此，在设计阶段，我们设计了引⼊第三个组件的机会，以协调在操作智能眼镜上执⾏的移动应⽤程序与为专家设计的⽹络应⽤程序之间的合作。第三个组 件作为后端服务运⾏，并充当⽀持远程会诊应⽤程序逻辑的中间件。

该中间件是根据⾯向服务的架构（SOA）设计的（如图2a所⽰），负责使操作员和专家前端能够发起远程会诊，管理⾝份验证和 数据交换的整个过程。中间件公开了正确设计的 RESTful API，可通过 API ⽹关访问。它还⽀持结果存储（包括⾳频/视频通话录 ⾳）并允许后续数据访问。前端和中间件之间的所有交互都利⽤ HTTPS 协议考虑到交换数据的性质，必须充分考虑隐私和安全 等⽅⾯。为了允许操作员和专家之间进⾏实时⾳频/视频流，设计阶段反映了在两个前端之间建⽴点对点 (P2P) 连接的选择，以确保⾜够的性能和通信的稳健性。为此，采⽤并实现了WebRTC3协议。

在TeleStroke域模型中，考虑到其功能要求和⽤例，当专家登录系统并经过正确⾝份验证时，对会话服务的订阅将声明专家可以 接收远程咨询请求。当远程操作员请求（并等待）对会话服务进⾏远程咨询时（利⽤ API ⽹关提供的 API），对等服务会创建⼀个 具有正确 ID 的新会话，然后，第⼀个可⽤的专家会收到通知它的仪表板。在系统中，操作员系统和选定的专家都可以加⼊的正确定义的会话称为房间。

如何为特定房间设置P2P Web RTC 通道的详细信息根据Web RTC 协议要求进⾏管理。图2b报告了前端和后端服务之间交互以在 TeleStroke系统中设置和管理远程会诊的⽰例，其中省略了有关⾝份验证过程、远程会诊⾳频/视频记录、数据存储和其他⼀些细节的详细信息。

TeleStroke系统的第⼀个原型是根据所描述的架构开发的。⽬前，与这项研究合作的中风科正在对其进⾏实验评估。对于操作员⼦系统，我们采⽤ Vuzix Blade Upgraded SmartGlasses4作为参考设备。根据我们的最佳经验，该设备提供了适当程度的可⽤性、⼈体⼯程学和⾜够的电池持续时间。我们使⽤ Kotlin 作为参考语⾔开发了⼀个可在此设备上执⾏的 Android 应⽤程序。在⽤⼾界⾯ (UI) 设计⽅⾯，我们遵循⾯向智能眼镜的移动应⽤程序的内容定位、颜⾊、⽂本尺⼨等主要准则（图3b 中显⽰了⼀些屏幕截图） 。此外，考虑到该应⽤程序运⾏的关键环境，我们按照减少操作员激活和管理远程会诊所需的交互次数的原则，改进了原型的 UI。相反，专门为专家提供的前端是使⽤ Angular 框架和 TypeScript 语⾔开发的 Web 应⽤程序。特别是，它是⼀个响应式⽹络应⽤程序，能够根据屏幕尺⼨重新排列⾃⾝（在我们的案例研究中，专家可以从传统 PC 或平板电脑访问系统）。此外，⽆论屏幕 尺⼨如何，前端始终确保专家同时关注来⾃操作员的视频流和数据输⼊的协议清单。

后端是使⽤ Vert.x 作为微服务实现和 RESTful API 定义的参考技术来开发的。此外，我们采⽤MongoDB和Redis作为服务数据存储的参考技术。最后，为了开发 WebRTC 交互，我们引⼊了基于 PeerJS 和 PeerJS-Server 库的临时组件来创建和管理⾳频/视频流通道，以及 RecordRTC 库来记录和存储每 个远程会诊呼叫以及收集的数据和信息。

1. **结论**

远程医疗可以对未来为患者提供多种健康服务产⽣有意义的影响。从这个⼴泛的⻆度来看，远程会诊可以⽴即影响医院以及地⽅卫⽣当局的实际治疗 过程，同时降低医疗成本并改善医疗保健质量和医疗保健流程。本⽂中提出的 TeleStroke项⽬代表了有关疑似中风远程诊断的真实案例研究中合作的第⼀个结果。它的逻辑架构和当前的原型来⾃于领域驱动的设计阶段，在这个阶段我们试图逐步地⽣产⼀个尽可能适合医⽣需求的系统。⾸次模拟是在受监 督的环境中通过模拟患者进⾏的。最初获得的结果令⼈⿎舞，特别是在系统可⽤性和原型稳定性⽅⾯。

我们的第⼀个评估⽬标是与领域专家（系统的最终⽤⼾）⼀起分析系统的可⽤性。我们特别有兴趣研究可穿戴⼦系统的适⽤性，以⽀持充分的免提远程会诊。考虑到这个⻆度，我们逐步重构了系统⽤⼾界⾯，以尽量减少系统对操作员必须执⾏的操作的影响。据此，我们也进⾏了修订和改进了整个架构和专家前端，引⼊了额外的⽤例，让神经科医⽣可以个性化其 NIHSS 检查表，并改善与远程操作员正在进⾏的远程会 诊的管理。评估和重构过程的进⼀步步骤将致⼒于在⾮模拟场景中与真实患者⼀起使⽤TeleStroke系统。当然，必须考虑有关⾳频/视 频传输和获取的数据存储的隐私和安全的额外预防措施。出于系统评估的⽬的，⽬前，在我们存储的数据中，还包括患者的视频拍摄，以 便对每个整个诊断过程进⾏事后重新评估。因此，可以适当地与传统的中风诊断⽅法进⾏⽐较。例如，只要有可能，由另⼀位专门的神 经科医⽣进⾏远程诊断和现场诊断。最后，机器学习 (ML) 技术和计算机视觉⽅法的引⼊是与TeleStroke系统相关的研究议程的⼀部 分。特别是，考虑将远程会诊的视频流作为输⼊，⽬的是评估此类⽅法是否以及在多⼤程度上可以帮助操作员和神经科医⽣检测特定 条件以加快中风诊断 - 朝着⼀种计算机辅助的⽅向发展实时诊断。

**参考文献**

1. WHO Group Consultation on Health Telematics, A health telematics policy in support of WHO’s Health-for-all strategy for global health development : report of the WHO Group Consultation on Health Telematics, 11-16 December, Geneva, Switzerland, https://apps.who. int/iris/handle/10665/63857 (1998).
2. S. Testa, O. Mayora-Ibarra, E. M. Piras, O. Balagna, S. Micocci, A. Zanutto, S. Forti, D. Conforti, A. Nicolini, G. Malfatti, M. Moz, L. Gios, P. P. Benetollo, E. Turra, M. Orrasch, F. Zambotti, M. Del Greco, M. Maines, L. Filippi, M. Ghezzi, F. Romanelli, E. Racano, M. Marin, M. Betta, E. Bertagnolli, Implementation of tele visit healthcare services triggered by the covid-19 emergency: the trentino province experience, Journal of Public Health (2021).
3. J. K. Elrod, J. L. Fortenberry, The hub-and-spoke organization design: an avenue for serving patients well, BMC Health Services Research 17 (S1) (July 2017).
4. L. R. Wechsler, B. M. Demaerschalk, L. H. Schwamm, O. M. Adeoye, H. J. Audebert, C. V. Fanale, D. C. Hess, J. J. Majersik, K. V. Nystrom, M. J. Reeves, W. D. Rosamond, J. A. Switzer, Telemedicine quality and outcomes in stroke: A scientific statement for healthcare professionals from the american heart association/american stroke association, Stroke 48 (1) (2017) e3–e25.
5. S. R. Levine, M. Gorman, “telestroke”, Stroke 30 (2) (1999) 464–469.
6. R. Roine, A. Ohinmaa, D. Hailey, Assessing telemedicine: a systematic review of the literature, CMAJ 165 (6) (2001) 765–771.
7. A. G. Ekeland, A. Bowes, S. Flottorp, Effectiveness of telemedicine: A systematic review of reviews, International Journal of Medical Informatics 79 (11) (2010) 736–771.
8. U. Varshney, Mobile health: Four emerging themes of research, Decision Support Systems 66 (2014) 20–35.
9. H. Zheng, C. Nugent, P. McCullagh, Y. Huang, S. Zhang, W. Burns, R. Davies, N. Black, P. Wright, S. Mawson, C. Eccleston, M. Hawley, G. Mountain, Smart self management: assistive technology to support people with chronic disease, Journal of Telemedicine and Telecare 16 (4) (2010) 224–227.
10. S. A. Mulvaney, S. Anders, A. K. Smith, E. J. Pittel, K. B. Johnson, A pilot test of a tailored mobile and web-based diabetes messaging system for adolescents, Journal of Telemedicine and Telecare 18 (2) (2012) 115–118.
11. N. J. Rademacher, G. Cole, K. J. Psoter, G. Kelen, J. W. Z. Fan, D. Gordon, J. Razzak, Use of telemedicine to screen patients in the emergency department: Matched cohort study evaluating efficiency and patient safety of telemedicine, JMIR medical informatics 7 (2) (2019) e11233– e11233.
12. M. R. F. Aghdam, A. Vodovnik, R. A. Hameed, Role of telemedicine in multidisciplinary team meetings, Journal of pathology informatics 10 (2019) 35–35.
13. P. Huddleston, M. B. Zimmermann, Stroke care using a hub and spoke model with telemedicine, Critical Care Nursing Clinics of North America 26 (4) (2014) 469–475.
14. H. A. Lumley, D. Flynn, L. Shaw, G. McClelland, G. A. Ford, P. M. White, C. I. Price, A scoping review of pre-hospital technology to assist ambulance personnel with patient diagnosis or stratification during the emergency assessment of suspected stroke, BMC Emergency Medicine 20 (1) (2020) 30.
15. S. Bergrath, A. Reich, R. Rossaint, D. Rortgen, J. Gerber, H. Fischermann, S. K. Beckers, J. C. Brokmann, J. B. Schulz, C. Leber, C. Fitzner, ¨ M. Skorning, Feasibility of prehospital teleconsultation in acute stroke – a pilot study in clinical routine, PLOS ONE 7 (5) (2012) 1–9.
16. G. H. Belt, R. A. Felberg, J. Rubin, J. J. Halperin, In-transit telemedicine speeds ischemic stroke treatment, Stroke 47 (9) (2016) 2413–2415.
17. K. M. Barrett, M. A. Pizzi, V. Kesari, S. P. TerKonda, E. A. Mauricio, S. M. Silvers, R. Habash, B. L. Brown, R. G. Tawk, J. F. Meschia, R. Wharen, W. D. Freeman, Ambulance-based assessment of nih stroke scale with telemedicine: A feasibility pilot study, Journal of Telemedicine and Telecare 23 (4) (2017) 476–483.
18. K. S. Zachrison, R. Sharma, Y. Wang, A. Mehrotra, L. H. Schwamm, National trends in telestroke utilization in a us commercial platform prior to the covid-19 pandemic, Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases 30 (10) (2021) 106035.
19. V. Hage, The NIH stroke scale: a window into neurological status, Nursing Spectrum 24 (15) (2011) 44–49.