

सिद्धान्तकौमुदी आधारित ऑनलाइन ससूत्रक्रियारूपसिद्धि

¹विवेक कुमार, ²सुभाष चन्द्र

¹पीएच.डी. (शोधार्थी), संस्कृत विभाग, कला संकाय, दिल्ली विश्वविद्यालय, दिल्ली, भारत

²सहायक आचार्य, संस्कृत विभाग, कला संकाय, दिल्ली विश्वविद्यालय, दिल्ली, भारत

ARTICLE DETAILS

Article History

Published Online: 15 May 2019

Keywords

ससूत्र सिद्धि, संस्कृत क्रियारूप सिद्धि, संस्कृत क्रियापद, क्रियारूप, संस्कृत धातुरूप सिद्धि प्रक्रिया .

Corresponding Author

Email: subhash.jnu[at]gmail.com

ABSTRACT

किसी भाषा को समझने के लिये भाषा की प्रमुख इकाईयों का ज्ञान होता अत्यावश्यक है। इनमें ध्वनि, शब्द, वाक्य एवं अर्थ शामिल होते हैं। व्याकरण भाषा के सम्यक् प्रयोग में सहायक होता है। भारतीय भाषाएं प्रायः योगात्मक प्रकृति की भाषाएं हैं। अर्थात् इन भाषाओं में एक ही मूल शब्द से विभिन्न प्रत्यय लगाकर अनेक पदों का निर्माण किया जाता है। पाणिनि व्याकरण भाषाओं में सर्वोत्कृष्ट एवं वैज्ञानिक व्याकरण संस्कृत भाषा पर प्रतिरूपित लगभग 4000 सूत्रों में निबद्ध है। संस्कृत भाषा में इन्हें पद कहा जाता है। संस्कृत में सुबन्त एवं तिङन्त प्रकार के दो पद होते हैं। जिनके अन्त में तिबादि (तिप्-महिङ्) अठारह प्रत्यय लगे होते हैं उन्हें तिङन्त पद कहा जाता है। संस्कृत भाषा में लगभग 2000 धातुएं हैं, जिनसे क्रियापद निष्पन्न होते हैं। प्रस्तुत शोधपत्र इन्हीं तिङन्त पदों की रूपसिद्धिप्रक्रिया के लिये एक ऑनलाइन सिस्टम को प्रस्तुत करना है। इन दस गणों में से सर्वप्रथम गण भ्वादिगण है। भारतीय विश्वविद्यालयीय शिक्षा प्रणाली में प्रक्रिया ग्रन्थों का अध्ययन कराया जाता है। श्रीमद्भद्रोजिदीक्षित विरचित वैयाकरणसिद्धान्तकौमुदी इसका प्रमुख एवं सम्प्रतिष्ठित प्रक्रिया ग्रन्थ है। प्रस्तुत शोधपत्र का उद्देश्य सिद्धान्तकौमुदी में विक्षेपित भ्वादिगण की क्रियाओं के कर्तृवाच्य के सभी लकारों में क्रियापदरूपसिद्धि हेतु शोधार्थी द्वारा विकसित एक ऑनलाइन सिस्टम को प्रदर्शित करना है। जिसके माध्यम से संस्कृत साहित्य में प्रयुक्त भ्वादिगणीय क्रियापदों की सिद्धि प्रक्रिया (Word formation process) का ज्ञानार्जन किया जा सकता है। यह सिस्टम सूचना प्रौद्योगिकी के युग में संस्कृत क्रियापदसिद्धि के लिये एक ई-लर्निंग स्तर (प्लेटफॉर्म) उपलब्ध कराता है। जिसके माध्यम से छात्र अथवा शिक्षक स्वयं सिद्धिप्रक्रिया सीख व सिखा सकते हैं। यह सिस्टम संस्कृत विभाग, दिल्ली विश्वविद्यालय की विभागीय वेबसाइट <http://cl.sanskrit.du.ac.in> पर उपलब्ध है। इस सिस्टम के माध्यम से विद्यार्थी भ्वादिगण में पठित किसी भी धातु के रूप की ससूत्र सिद्धि सिद्धान्तकौमुदी के आधार पर ऑनलाइन प्राप्त कर सकता है। साथ ही साथ किसी भी सूत्र पर कर्सर ले जाकर उस सूत्र का अर्थ एवं क्लिक करके व्याख्या भी प्राप्त कर सकता है।

1. पृष्ठभूमि एवं प्रेरणा (Background and Motivation)

भारतीय विश्वविद्यालयों में संस्कृत पाठ्यक्रम को पढाने वाले दो प्रकार के विश्वविद्यालय हैं – संस्कृत गुरुकुल अथवा संस्कृत विश्वविद्यालय एवं विश्वविद्यालय (जिनमें संस्कृत का एक विशिष्ट विभाग होता है)। इन विश्वविद्यालयों में संस्कृत के दर्शन, पौरोहित्य, व्याकरण जैसे अनेक विषय पढाये जाते हैं। इन विषयों में से संस्कृत व्याकरण एक मुख्य विषय है। इस व्याकरण की पठन-पाठन पद्धति प्राचीन और नव्य दो प्रकार की है। जहाँ प्राचीन व्याकरण में अष्टाध्यायी, काशिका, महाभाष्य क्रम से पठन-पाठन होता है वहीं नव्यव्याकरण में प्रक्रिया ग्रन्थ सिद्धान्तकौमुदी, लघुसिद्धान्तकौमुदी, मध्यसिद्धान्तकौमुदी, प्रौढमनोरमा आदि ग्रन्थों के माध्यम से पढाया जाता है।

सिद्धान्तकौमुदी के तिङन्तप्रकरण में पाणिनीय धातुपाठ की क्रियाओं का विक्षेपण किया गया है। इस धातुपाठ में प्रायः 2000 धातुएं हैं। जिनसे तिबादि अठारह प्रत्यय संयुक्त करने पर एक ही धातु कम से कम 90 क्रियापद निर्मित किये जाते हैं। इन धातुओं को उनके क्रियापदों की संरचना की दृष्टि से दस गणों में विभक्त किया गया है (शास्त्री, 2004; Chandra and Jha, 2011)। ये दस गणों में विभक्त धातुएं तीन प्रकार की हैं - आत्मनेपदीय, परस्मैपदीय एवं उभयपदीय। इन तीन प्रकार की धातुओं में से कतिपय सेट एवं कुछ अनिट् प्रकारत्व वाली हैं (ज्ञा, 2004)। ये क्रियाएं सकर्मक एवं अकर्मक भी हैं। अतः जो क्रियाएं सकर्मक होंगी उनसे लकार कर्तृवाच्य और कर्मवाच्य में एवं अकर्मक क्रियाओं से लकार कर्तृवाच्य तथा भाववाच्य में होते हैं (शास्त्री, 2004)। कालानुसार संस्कृत में दस लकारों का प्रयोग किया जाता है। प्रस्तुत शोध में

कर्तृवाच्य के क्रियापदों की दस लकारों में क्रियारूपसिद्धि के लिये कम्प्यूटर सिस्टम का निर्माण किया गया है। प्रत्येक लकार के क्रियारूपों की कुछ विशिष्ट विशेषताएँ होती हैं। जिनसे उनके भ्वाद्यादि गण का निर्धारण किया जा सकता है (गोविन्दाचार्य, 2011 एवं शास्त्री, 2004)। इसी तथ्य को दृष्टि में रखकर भ्वादिगण की लगभग 1107 धातुओं का वर्गीकरण भिन्न प्रकार से किया है। यह वर्गीकरण लकार आधारित है। अर्थात् जिस लकार में जितनी धातुओं की एक जैसी रूपसिद्धि प्रक्रिया होती है, उन्हें अलग-अलग समूह में वर्गीकृत किया गया है।

तालिका 1: लट् लकार हेतु परस्मैपदी धातुओं का वर्गीकरण

क्रम	समूह परस्मैपद	धातु
1	अतति के समान (केवल प्रत्यय संयोग)	424
2	एखति के समान (लघूपध इ को गुण)	2
3	जयति (इगन्त गुण)	28
4	चेतति के समान (इगुपध 'ि' को गुण)	36
5	तोजति के समान (लघूपध 'ु' को गुण)	49
6	धर्जति के समान (लघूपध 'ृ' को गुण)	15
7	कुन्थति के समान (इदित् व परसवर्ण न्)	28
8	रंहति के समान (इदित् एवं परसवर्ण 'ं')	3
9	गण्डति के समान (इदित् एवं परसवर्ण ण्)	24
10	तङ्कति के समान (इदित् एवं परसवर्ण ङ्)	34
11	गुञ्जति के समान (इदित् एवं परसवर्ण ज्)	17
12	कुम्बति के समान (इदित् एवं परसवर्ण म्)	5
13	स्त्यायति के समान (आयादेश)	24
14	गूर्वति के समान (उपधा दीर्घ)	10
15	धयति के समान (अयादेश)	4
16	उदाहरण विधि जनित	16
17	पिबादि आदेशित	11
18	ओखति के समान (लघूपध उ को गुण)	4
19	दशति के समान (नलोप)	3
	कुल धातुएँ	737

यदि किसी समूह में 5 या उससे अधिक धातुएँ हैं तो उनकी रूप सिद्धि हेतु नियम आधारित विधि का प्रयोग किया गया है और यदि 5 से कम किसी वर्ग में धातुएँ हैं तो उनके लिये उदाहरण आधारित रूपसिद्धिप्रक्रिया का प्रयोग किया गया है। जिससे कि सिस्टम को प्रथम उदाहरण आधारित रूपसिद्धि मिल जाये और परिणाम सम्प्रेषण में कम समय लगे। क्योंकि सम्पूर्ण अष्टाध्यायी

भी उदाहरण एवं नियम की विधि के अनुसार ही विधि कार्यों का सम्पादन करती है। जैसे पाणिनि ने यह किया कि एक समान धातुओं के लिये एक सूत्र बना दिया, यथा – 'अभ्यासे चर्च', 'ह्लादिः शेषः' और भिन्न धातुओं हेतु 'कुहोश्चुः', 'शर्पूर्वाः खयः' सूत्र निर्मित कर उत्सर्ग एवं अपवाद विधि को प्रयुक्त किया है। यही विधि प्रस्तुत सिस्टम के नियम बनाने में प्रयुक्त की गयी है। धातुओं के समूह निर्माण में एकसमान प्रक्रिया और रूप बनने की दृष्टि को ध्यान में रखा गया है। जिन धातुओं के रूप निर्माण के समय एक जैसे सूत्रों का प्रयोग होता है, वैसी धातुओं का भिन्न-भिन्न समूह बनाये गये हैं। इस प्रकार से विभिन्न प्रकार के धातुओं के छोटे और बड़े समूह सिस्टम के निर्माण हेतु बनाये गये हैं। जैसे लट् लकार में धातुओं के रूपों की सिद्धि हेतु अत्, पत्लूँ, पठँ आदि धातुओं में केवल अनुबन्धलोप, लट्, तिप्, शबादि होकर अतति, पतति, पठति आदि एकसमान सूत्रों से सिद्ध होने वाले बनते हैं अतः ऐसी धातुओं का एक अलग समूह बनाया गया है। इसी तरह जिन धातुओं में इगन्त गुण होता है जैसे भू, च्, द्, क्षि, जि, सृ, गृ आदि उनका एक भिन्न समूह होगा। लेकिन जिन धातुओं को समूह में नहीं रखा जा सका है तो उनके लिये उदाहरण आधारित विधि का प्रयोग कर सिस्टम निर्माण किया गया है; यथा वे धातुएँ हैं – कित, दान, शान, श्रु आदि। लट् लकार हेतु धातुओं का किया गया वर्गीकरण तालिका संख्या 1 एवं 2 से समझा जा सकता है।

सूचना एवं प्रौद्योगिकी के इस युग में पढ़ने-पढ़ाने एवं ज्ञानार्जन के लिए इन्टरनेट पर हमारी निर्भरता दिन-प्रतिदिन बढ़ती ही जा रही है। प्रायः सभी लोग अपने कार्य को अच्छा करने हेतु इन्टरनेट की सहायता ले रहे हैं। कम्प्यूटर, स्मार्ट मोबाइल एवं आईटी के माध्यम से किसी भी समय ऑनलाइन अध्ययन एवं ज्ञानार्जन संभव हो पाया है। इन्टरनेट के माध्यम से कोई भी सूचना बस एक ही क्लिक में उपलब्ध हो जाती है। संस्कृतशास्त्रों के लिये ऑनलाइन सिस्टम एवं डेटा की अनुपलब्धता के कारण लोगों को पुस्तकों पर ही निर्भर रहना पड़ता है। पुस्तकों की अपनी एक सीमा है जिसमें सारे प्रकार के संस्कृत क्रियारूप की सिद्धि उपलब्ध कर पाना संभव नहीं हो पाता है। कम्प्यूटर के माध्यम से ऑनलाइन अध्ययन क्रियारूपसिद्धि आसानी से प्राप्त की जा सकती है। संस्कृत भाषा में सन्निहित ज्ञान का अर्जन भी इस प्रकार से प्राप्त हो, इसके लिये अनेकों प्रयास किए जा रहे हैं। इसी क्रम में नवाचार हेतु सिद्धान्तकौमुदी आधारित ऑनलाइन ससूत्रक्रियारूपसिद्धि ई-शिक्षक सिस्टम निर्मित किया गया है। प्रस्तुत शोध में सिद्धान्तकौमुदी के भ्वादिगण को आधार बनाया

गया है । सिद्धान्तकौमुदी में लघुसिद्धान्तकौमुदी, मध्यसिद्धान्तकौमुदी की अपेक्षा अष्टाध्यायी के सम्पूर्ण सूत्रों एवं वार्तिक आदि का वर्णन प्राप्त होता है । जिस प्रकार कक्षा में शिक्षक छात्रों को पुस्तक की सहायता से क्रियारूपसिद्धि पढाते हैं । ठीक उसी प्रकार प्रस्तुत ई-शिक्षक कम्प्यूटर सिस्टम के माध्यम से ऑनलाइन ससूत्रक्रियारूपसिद्धि सीखने में सहायता प्रदान कर सकता है । यह सिस्टम ऑनलाइन है जोकि 24*7 उपलब्ध है। अतः कहीं से भी इसका प्रयोग कर ससूत्रक्रियारूपसिद्धि सीखी जा सकती है ।

उपर्युक्त वर्गीकरण ही लोट्, विधिलिङ् एवं लङ् लकार के क्रियापदों की रूपसिद्धि हेतु कार्य करता है । केवल लङ् लकार में अजादि और हलादि धातुओं को अलग किया है जिससे कि उनमें आट् तथा अट् आगम किये जा सकें । जिस प्रकार का वर्गीकरण लट् में किया गया है प्रायः उसी प्रकार का वर्गीकरण अन्य शेष लकारों के लिये भी किया गया है और धातुओं के कई समूह बनाये गये हैं ।

इस शोधपत्र का उद्देश्य संस्कृत विभाग, दिल्ली विश्वविद्यालय की विभागीय वेबसाइट <http://cl.sanskrit.du.ac.in> पर उपलब्ध 'सिद्धान्तकौमुदी आधारित ऑनलाइन ससूत्रक्रियारूपसिद्धि ई-शिक्षक' सिस्टम का प्रदर्शन करना है ।

2. सर्वेक्षण (Review)

सूचना एवं संचार प्रौद्योगिकी के वर्तमान समय में सङ्गणकीय संस्कृत से सम्बन्धित शोधकार्यों हेतु जवाहरलाल नेहरू विश्वविद्यालय के संस्कृत एवं प्राच्यविद्या अध्ययन संस्थान प्रमुख है । इस केन्द्र में 2002 से संस्कृत भाषा से सम्बन्धित अनेक कार्य हो सम्पन्न हो रहे हैं । तिडन्त निर्मापक (Jha et. al, 2009) टूल एक ऐसा सिस्टम है जिससे सर्वाधिक प्रयोग की जाने वाली लगभग 500 धातुओं के दसों लकारों के रूप निर्मित किये जा सकते हैं । इस सिस्टम में किसी भी धातु का चुनाव करके उसके सभी रूप टेबुलर फॉर्मेट में प्राप्त किये जा सकते हैं। यह सिस्टम (Sanskrit verb-form generation) उदाहरण आधारित विधि का प्रयोग करता है (झा इत्यादि, 2007) । तिडन्त निर्मापक सिस्टम <http://sanskrit.jnu.ac.in/tinanta/tinanta.jsp> पर प्रयोग हेतु उपलब्ध है । संस्कृत तिडन्त विश्लेषक सिस्टम (Agrawal, 2007) भ्वादिगण की धातुओं के विश्लेषण के लिये निर्मित किया गया है । यह एक नियम आधारित सिस्टम है । इस सिस्टम की सहायता से भ्वादिगणीय क्रियारूप का विश्लेषण किया जा सकता है ।

तालिका 2: लट् लकार हेतु आत्मनेपदी धातुओं का वर्गीकरण

क्रम	समूह परस्मैपद	धातु
------	---------------	------

1	एधते के समान (केवल प्रत्यय संयोग)	213
2	अर्जते के समान (लघूपध ऋ को गुण)	1
3	स्मयते (इगन्त गुण)	22
4	वेथते के समान (इगुपध 'ि' को गुण)	12
5	मोदते के समान (लघूपध 'ु' को गुण)	18
6	वर्कते के समान (लघूपध 'ृ' को गुण)	6
7	स्कन्दते के समान (इदित् व परसवर्ण न्)	15
8	बंधते के समान (इदित् एवं परसवर्ण 'ं')	5
9	अण्ठते के समान (इदित् एवं परसवर्ण ण्)	25
10	स्रङ्कते के समान (इदित् एवं परसवर्ण ङ्)	16
11	श्वञ्चते के समान (इदित् एवं परसवर्ण ञ्)	9
12	कम्पते के समान (इदित् एवं परसवर्ण म्)	10
13	श्यायते के समान (आयादेश)	3
14	कूर्दते के समान (उपधा दीर्घ)	4
15	मयते के समान)अयादेश(2
16	उदाहरण विधि जनित	9
	कुल धातुएँ	370

इसके परिणाम में वाच्य, धातु, गण, सेट्/अनिट्, सकर्मक/अकर्मक, लकार, प्रत्यय, परस्मैपद/आत्मनेपद/उभयपद, पुरुष और वचन आदि शामिल किए गये हैं । यथा – बालः गच्छति = बालः गच्छति { (कर्तृवाच्य) गम्लृ ([भ्वादिगण] [अनिट्] [सकर्मक]) ([लट्]) तिप् ([परस्मै] [प्रथम-पुरुष] [एकवचन]) } । यह सिस्टम केवल तिडन्तों का विश्लेषण करता है (Jha et. al, 2009; Bhadra et. al, 2009; Jha et. al, 2006) । यह सिस्टम <http://sanskrit.jnu.ac.in/tanalyzer/tanalyzer.jsp> पर प्रयोग के लिये उपलब्ध है । इस संस्थान का प्रथम शोध सुबन्त विश्लेषक (subanta analyzer) है । यह सिस्टम किसी भी संस्कृत वाक्य में सुबन्त, तिडन्त एवं अव्यय पदों की पहचान करता है । इसके बाद सुबन्त पदों का विश्लेषण अर्थात् प्रकृति-प्रत्यय विभाग भी करता है (Chandra & Jha, 2011; Chandra, 2010; Chandra, 2012) । इस सिस्टम में यूजर को टेक्स्ट बॉक्स में एक संस्कृत पाठ्य देवनागरी में लिखकर click to process बटन पर क्लिक करने के उपरान्त परिणाम स्वरूप पाठ्यगत सुबन्त पदों की पहचान एवं विश्लेषण समान वेबपेज पर उपलब्ध हो जाता है । सुबन्त पद के विश्लेषण में पद, प्रातिपदिक, लिङ्ग, प्रत्यय, विभक्ति एवं वचन का क्रमशः उल्लेख किया जाता है। जबकि तिडन्त पद को केवल चिन्हित करता है [करोति_VERB] । साथ ही साथ क्रियापद तिडन्त विश्लेषक सिस्टम से हाईपरलिंक कर दिया जाता है । उदाहरण स्वरूप – 'रामः कार्यम् करोति' इस वाक्य का विश्लेषण सिस्टम इस प्रकार करेगा- { रामः [राम (पुल्लिङ्ग) + सु, प्रथमा,

एकवचन] कार्यम् [कार्य (नपुंसकलिङ्ग) + सु/अम्, प्रथमा/द्वितीया, एकवचन] [करोति_VERB] } । यह सिस्टम <http://sanskrit.jnu.ac.in/subanta/rsubanta.jsp> पर प्रयोग के लिये उपलब्ध है ।

संस्कृत क्रिया से सम्बन्धित चुनी हुई संस्कृत एवं बांग्ला क्रियाओं के लिये ऑटोलाॅजिकल ज्ञान आधारित सिस्टम (Ontological Knowledge Base for selected verbs of Sanskrit and Bangla) का विकास किया गया (Chandra, 2012; Chandra & Bhattacharyya, 2011) । कोई भी वाक्य व्याकरण की दृष्टि से शुद्ध होने पर भी वह प्रयोग की दृष्टि से भी शुद्ध हो यह आवश्यक नहीं है । संस्कृत में इसके लिये अनेक संघटकों का उल्लेख प्राप्त होता है । जिसमें आकाङ्क्षा, योग्यता, आसत्ति आदि की अवधारणा स्थापित की जाती है । संस्कृत भाषा में इस अवधारणा को स्थापित करने के लिये प्रसिद्ध उदाहरण के रूप “अग्निना सिद्धति” का प्रयोग किया जाता है । किसी विशिष्ट क्रिया की सिद्धि के लिये प्रत्येक कर्त्ता के लिये कुछ विशेष प्रकार के कर्म ही योग्य होते हैं । इसी प्रकार बांग्ला भाषा में अनेक विभक्तियों में शून्य अर्थतत्त्व (प्रत्यय) होने के कारण कर्त्ता एवं कर्म की पहचान मशीन के लिये असंभव सा हो जाता है। यहां पर यह सिस्टम बहुत ही उपयोगी सिद्ध होता है ।

क्रियारूपसिद्धि हेतु केवल एक सिस्टम “तिङन्त निर्मापक (tiGanta generator) ” (Patel & Katuri, 2016) प्राप्य है । यह सिस्टम मूलतः सिद्धान्तकौमुदी पर आधारित है । सिस्टम में मूल धातु (भू आदि) का इन्पुट देवनागरी/IAST/SLP1 प्रारूप में दिया जा सकता है । चयनित धातु के दस लकारों के कर्तृवाच्य, भाववाच्य एवं कर्मवाच्य, णिच्, सन्, यङ् एवं यङ्लुक् में भी क्रियारूपसिद्धि देखी जा सकती है । साथ ही साथ उपसर्ग सहित भी धातुरूपसिद्धि करने में यह सिस्टम समर्थ है । सिस्टम परिणाम के रूप में एक लकार के नौ रूपों की सिद्धि एक नये वेबपेज पर प्रस्तुत करता है । सिद्धि में प्रयुक्त सूत्र एवं कार्य का प्रकटीकरण होता है । उपलब्ध हुई रूपसिद्धि में प्रयुक्त सूत्र एवं कार्य का प्रकटीकरण होता है । प्रत्येक पाणिनीय सूत्र की संख्या हाईपरलिंकड होती है, जिस पर क्लिक करने से सूत्र व्याख्या संस्कृत में एक नये वेबपेज पर उपलब्ध करायी जाती है । यह सिस्टम उदाहरण आधारित है । यह सिस्टम क्रियारूप की पहचान और विश्लेषण नहीं कर सकता है ।

दिल्ली विश्वविद्यालय का संस्कृत विभाग अपना एक अलग स्थान रखता है । इस विभाग संस्कृत के अनेक क्षेत्रों शोध पर

शोधकार्य सम्पन्न हो रहे हैं । संगणकीय भाषाविज्ञान के क्षेत्र में इस विभाग ने 2014 से शोधकार्य प्रारम्भ किया। इस विभाग का मुख्य उद्देश्य संस्कृत भाषा के लिये ऑनलाइन शिक्षण हेतु टूल्स बनाना है। इस विभाग द्वारा शोध एवं विकास कार्य के अन्तर्गत विगत चार वर्षों में कई शोधप्रबन्ध, लघुशोधप्रबन्ध, शोधपत्र, सङ्गणकीय टूल्स, पोस्टर्स आदि प्रस्तुत किये जा चुके हैं। सभी टूल्स विभाग की एक वेबसाइट <http://cl.sanskrit.du.ac.in> पर उपलब्ध हैं । शोध एवं विकास के अन्तर्गत सङ्गणकीय भाषाविज्ञान विभाग द्वारा संस्कृत व्याकरण के शिक्षण एवं अधिगम हेतु नवीन उपागम (स्वगतम्) का निर्माण किया है (Chandra et al, 2016; 2017) ।

तालिका 3 पहचान एवं विश्लेषण डेटाबेस

Sr	St ar tS tr	set Anit	End Str	Purush/S uffix	Examp l e	Pa da	La kar
48		ि	ता	प्रथमपुरुष_ एकवचन_ तिप्	भविता	PP	03
49		ि	तारौ	प्रथमपुरुष_ द्विवचन_ त स्	भवितारौ	PP	03
50		ि	तारः	प्रथमपुरुष_ बहुवचन_ झि	भवितारः	PP	03
51		ि	तासि	मध्यमपुरुष_ एकवचन_ सिप्	भविता सि	PP	03
52		ि	ता स्थः	मध्यमपुरुष_ द्विवचन_ थस्	भविता स्थः	PP	03

यह उपागम विभिन्न प्रकार के सङ्गणकीय भाषाविज्ञान के टूल्स का एक समूह है। इसमें अनेक प्रकार के सिस्टम शामिल हैं । ई-शिक्षण हेतु उपलब्ध सुबन्त-रूपसिद्धि सिस्टम लघुसिद्धान्तकौमुदी आधारित सुबन्तप्रकरणगत किसी भी सुबन्त पद की ससूत्र रूपसिद्धि वेब आधारित प्रस्तुत करता है । यह सिस्टम नियम एवं उदाहरण मिश्रित विधि पर आधारित है । यह ऑनलाइन सिस्टम है जो एक यूजर इन्टरफेस की सहायता से यूनीकोड देवनागरी (UTF-8) प्रारूप में इन्पुट स्वीकार करता है । यह सिस्टम तीन कार्य करता है प्रथम सुबन्त की पहचान, द्वितीय इसका विश्लेषण

एवं तृतीय रूपसिद्धिप्रक्रिया का निर्माण । रूपसिद्धि एक टेबुलर फॉर्मेट में प्रदर्शित होती है जिसमें प्रयुक्त प्रत्येक सूत्र एवं वार्तिक हाईपरलिंकड होते हैं । जिस पर कर्सर ले जाने पर एक टूलटिप में उस सूत्र अथवा वार्तिक का अर्थ एवं क्लिक करने पर एक नये वेबपेज पर उसकी सम्पूर्ण व्याख्या प्रदर्शित की जाती है । यह सिस्टम संस्कृत के विद्यार्थियों एवं शिक्षकों के लिये बहुत ही उपयोगी है । लघुसिद्धान्तकौमुदी का संज्ञा एवं सन्धि प्रकरण बीए स्तर पर संस्कृत पढाए जाने वाली लगभग सभी विश्वविद्यालयों के पाठ्यक्रम में शामिल किया गया है । इसी को ध्यान में रखते हुए इस विभाग का प्रत्याहार एवं सन्धि शिक्षण सिस्टम दिल्ली विश्वविद्यालय के बीए संस्कृत पाठ्यक्रमानुसार निर्मित किया गया है । यह सिस्टम एक शिक्षक की शैली में कार्य करता है (Chandra et. al., 2017)

जैसाकि ऊपर बताया जा चुका इस विभाग का अन्य उद्देश्य संस्कृत ग्रन्थों को ऑनलाइन उपलब्ध कराना भी है । अतः इसी दिशा में इस विभाग द्वारा अनेक ग्रन्थों को ऑनलाइन किया गया है तथा उन ग्रन्थों में प्राप्त किसी भी अवधरणाओं, शब्दों या पदों की तत्काल खोज भी की जा सकती है । इसी अनुक्रम में ऋग्वेदिक सर्च (Kumar, 2016) नामक सिस्टम का निर्माण किया गया है । यह सिस्टम लघुशोधप्रबन्ध का ही अङ्ग है । इस सिस्टम के द्वारा ऋग्वेद के किसी भी मन्त्र को देवता, ऋषि, मण्डल आदि क्रम में खोजा जा सकता है । इन सबके अतिरिक्त शोध एवं विकास के अन्तर्गत पौराणिक सर्च (Chandra & Anju, 2017) नामक सिस्टम का भी निर्माण विभाग द्वारा किया गया है । जिसमें उपलब्ध पुराणों से सम्बन्धित खोज की जा सकती है । अभी यह सिस्टम अग्निपुराण तक सीमित है । बाद में इसमें अन्य पुराणों सम्बन्धित खोज भी की जा सकेगी ।

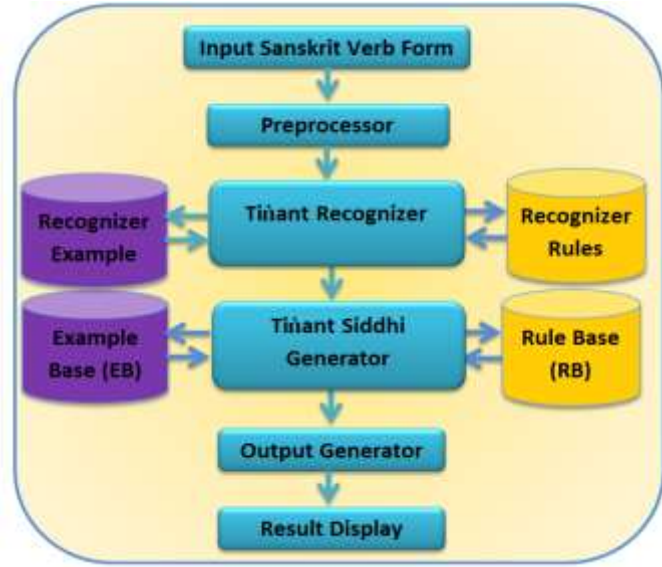
तालिका 4: धातुपाठ डेटाबेस का प्रारूप

SR	Dhatu	Dhatu_Change
1	भू	भव
1	भू	भू
2	अत	अत
2	अत	आत
2	अत	अत्
3	चिती	चेत
3	चिती	चित्
4	च्युतिर्	च्योत

4	च्युतिर्	च्युत्
5	श्च्युतिर्	श्च्योत
5	श्च्युतिर्	श्च्युत्
6	श्च्युतिर्	श्च्योत
6	श्च्युतिर्	श्च्युत्
7	मन्थ	मन्थ
7	मन्थ	मथ्
8	कुथि	कुन्थ
8	कुथि	कुन्थ्
9	पुथि	पुन्थ
9	पुथि	पुन्थ्
10	लुथि	लुन्थ
10	लुथि	लुन्थ्

भाषा विश्लेषक भी इस विभाग का केन्द्र बिन्दु है । सनाद्यन्त विश्लेषक (कुमार एवं चन्द्रा, 2015) संस्कृत भाषा में प्रयुक्त गौण क्रियापदों का विश्लेषण करता है । यह सिस्टम उदाहरण एवं नियम आधारित है । इस सिस्टम सहायता से किसी भी सनाद्यन्त पद का विश्लेषण किया जा सकता है । यथा – प्रयुक्त सनाद्यन्त पद में धातु, प्रत्यय, लकार, पुरुष और वचन आदि का विश्लेषण प्रस्तुत सिस्टम की सहायता से किया जा सकता है । मशीनी अनुवाद हेतु तद्धित विश्लेषक (Sakshi & Chandra, 2017) सिस्टम भी एक उल्लेखनीय शोधकार्य है । यह सिस्टम पाणिनीय नियमों पर आधारित है । इस तन्त्र की सहायता से संस्कृत पाठ्यान्तर्गत किसी भी तद्धितान्त पद का प्रातिपदिक, प्रत्यय आदि के आधार पर विश्लेषण किया जाता है । अनुवाद के लिए तद्धितान्त पदों की पहचान एवं विश्लेषण रूपी प्रस्तुत शोधकार्य महत्वपूर्ण है । इस प्रकार इस विभाग द्वारा सङ्गणकीय भाषाविज्ञान में संस्कृत से सम्बन्धित अनेक टूल विकसित किये जा चुके हैं और अनेकों पर विकास कार्य प्रगति पर है । जिनको <http://cl.sanskrit.du.ac.in> पर देखा जा सकता है ।

Figure 1: सिस्टम का फ्लोचार्ट (Flowchart of the system)



3. शोध सामग्री संकलन एवं संगणकीय नियमों का विकास (Research Material Collection and Development of Computational Rules)

भ्वादिगणीय क्रियापदों की संगणकीय रूपसिद्धि एवं विश्लेषण के लिये मुख्य रूप से पाणिनि द्वारा प्रतिपादित नियमों को आधार बनाकर संगणकीय नियमों का निर्माण किया गया है। साथ ही वैयाकरणसिद्धान्तकौमुदी में विश्लेषित भ्वादिगण को सिद्धिप्रक्रिया हेतु मुख्य आधार बनाया गया है। पाणिनीय धातुपाठ और सिद्धान्तकौमुदीगत भ्वादिगण में पठित धातुओं को की सहायता ली गई है। अतः भ्वादिगणीय क्रियापदों से सम्बन्धित पाणिनि नियम ही इसकी मुख्य सामग्री के रूप में प्रयोग किये गये हैं। इस सिस्टम के विकास में मुख्यरूप से पाणिनि अष्टाध्यायी, सिद्धान्तकौमुदी, लघुसिद्धान्तकौमुदी, पाणिनीय धातुपाठ, कात्यायनकृत वार्तिक को शोध सामग्री के रूप में चुना गया है।

अष्टाध्यायी के नियमों को संगणकीय प्रारूप में विकसित किया गया है। यह सिस्टम नियम एवं उदाहरण आधारित विधि पर आधारित है। सबसे पहले धातुपाठ का एक डेटाबेस बनाया गया है। जिसमें लगभग 2000 धातुओं को एक विशेष प्रारूप में रखा गया है। जिसका प्रारूप तालिका संख्या 4 में देखा जा सकता है। यह डेटाबेस धातु पहचान में सहायक होता है। जैसाकि बताया गया है यह सिस्टम तीन कार्य करता है। प्रथम किसी भी प्रदत्त रूप की पहचान, द्वितीय उसका विश्लेषण एवं तृतीय उसकी सम्पूर्णरूपसिद्धि प्रक्रिया। पहचान करने के नियम एवं उदाहरण दो डेटासेट निर्मित किये गये हैं। विश्लेषण के लिये भी नियम एवं उदाहरण दो डेटासेट निर्मित किये गये हैं इन्हे एक टेक्स्ट फाइल में रखा गया है। जिसका प्रारूप तालिका संख्या 3 में देखा जा

सकता है। रूपसिद्धि में नियम डेटाबेस एवं अष्टाध्यायी सूत्रपाठ डेटाबेस का निर्माण एक विशिष्ट प्रारूप में किया गया है।

तालिका 5 सिद्धि निर्माण हेतु संगणकीय नियम

परस्मैपद_लँ	Rule_1202#VF् Rule_620#VF्
ट्sc_प्रथमपु	Rule_621#VF् Rule_892#VF्+लँट्
रुष_एकवच	Rule_150#VF्+लँट्
न_तिप्	Rule_151#VF्+लँट्
	Rule_157#VF्+ल्
	Rule_1210#VF्+ल्
	Rule_1211#VF्+तिसस्त्रि...महिङ्
	Rule_340#VF्+तिसस्त्रि...महिङ्
	Rule_341#VF्+तिसस्त्रि...महिङ्
	Rule_226#VF्+तिसस्त्रि...मस्
	Rule_342#VF्+तिसस्त्रि...मस्
	Rule_343#VF्+तिसस्त्रि...मस्
	Rule_349#VF्+तिसस्त्रि
	Rule_263#VF्+तिप्
	Rule_151#VF्+तिप्
	Rule_157#VF्+ति
	Rule_1246#VF्+ति
	Rule_687#VF्+शप्+ति
	Rule_151#VF्+शप्+ति
	Rule_156#VF्+शप्+ति
	Rule_157#VF्+अ+ति Rule_0#
परस्मैपद_लँ	Rule_1202#VF् Rule_620#VF्
ट्sc_प्रथमपु	Rule_621#VF् Rule_892#VF्+लँट्
रुष_द्विवचन	Rule_150#VF्+लँट्
_तस्	Rule_151#VF्+लँट्
	Rule_157#VF्+ल्
	Rule_1210#VF्+ल्
	Rule_1211#VF्+तिसस्त्रि...महिङ्
	Rule_340#VF्+तिसस्त्रि...महिङ्
	Rule_341#VF्+तिसस्त्रि...महिङ्
	Rule_226#VF्+तिसस्त्रि...मस्
	Rule_342#VF्+तिसस्त्रि...मस्
	Rule_343#VF्+तिसस्त्रि...मस्
	Rule_349#VF्+तिसस्त्रि
	Rule_263#VF्+तस्

Rule_345#VF्+तस्
Rule_151151#VF्+तस्
Rule_152#VF्+तस्
Rule_1246#VF्+तस्
Rule_687#VF्+शप्+तस्
Rule_151#VF्+शप्+तस्
Rule_156#VF्+शप्+तस्
Rule_157#VF्+अ+तस्
Rule_255#VF्+अ+तस्
Rule_3754#VF्+अ+तरुँ
Rule_150#VF्+अ+तरुँ
Rule_157#VF्+अ+तर्
Rule_351#VF्+अ+तर्
Rule_3811#VF्+अ+तः Rule_0#

4. शोधप्रविधि, संगणकीय प्लेटफॉर्म एवं तकनीक (Methodology, Computational Platform and Technique)

4.1. प्रयुक्त शोधप्रविधि (Used Research Methodology):

सामान्य रूप से संस्कृत भ्वादिगणनीय क्रियापदों के अभिज्ञान, विश्लेषण एवं रूपसिद्धि निर्माण के लिये पाणिनि नियम एवं उदाहरण आधारित मिश्रित विधि का प्रयोग अभिज्ञान, विश्लेषण तथा रूपसिद्धि के लिये नियम बनाने के लिये किया गया है। पाणिनीय नियमों को संगणकीय प्रारूप में लिखा गया है।

यह सिस्टम इनपुट एक यूजर इंटरफेस के माध्यम से स्वीकार करता है। सबसे पहले प्रदत्त इनपुट को प्रेप्रोसेस किया जाता है। फिर इसकी पहचान एवं विश्लेषण नियम एवं उदाहरण डेटासेट के माध्यम से की जाती है। पहचान एवं विश्लेषण के उपरान्त एवं इसी के आधार पर एवं नियम एवं उदाहरण डेटाबेस की सहायता से तिङन्त सिद्धि निर्मित की जाती है। तिङन्त सिद्धि डेटाबेस का प्रारूप तालिका संख्या 5 में दिया गया है। इसके उपरान्त आउटपुट जेनेरेट किया जाता है और यूजर इंटरफेस पर प्रदर्शित किया जाता है। इस पूरी प्रक्रिया को चित्र संख्या 1 के माध्यम से समझा जा सकता है।

4.2. सिस्टम के संघटक (Components of the System):

यह सिस्टम मुख्यरूप में चार संघटकों (Components) का एक समूह है। प्रस्तुत सिस्टम में निम्नलिखित संघटक हैं।

4.2.1 यूजर इंटरफेस (User Interface): यूजर इनपुट एक यूजर इंटरफेस में उपलब्ध टेक्स्ट बॉक्स में देवनागरी (Unicode) में प्रविष्ट करके सब्मिट बटन पर क्लिक करने से प्रदत्त क्रियापद की पहचान, विश्लेषण एवं रूपसिद्धिप्रक्रिया प्राप्त होती है। इसी इंटरफेस पर ही परिणाम आउटपुट के रूप में प्रयोक्ता को प्राप्त होता है।

4.2.2 तिङन्त पहचानकर्ता एवं विश्लेषक (Tinanta Recognizer and Analyzer): यह संघटक प्रदत्त क्रियापद की पहचान एवं विश्लेषण करता है। इसके लिये यह नियम एवं उदाहरण दो प्रकार के डेटासेट की सहायता लेता है। पहचान एवं विश्लेषण के उपरान्त सिद्धि निर्मित करने के लिये अगले संघटक को भेज देता है।

4.2.3 तिङन्त सिद्धि निर्मापक (Tinanta Siddhi Generator): यह संघटक क्रियापद की सिद्धि पाणिनीय नियमों के अनुसार निर्मित करता है। यह सिद्धि निर्माण संगणकीय प्रारूप में प्रदत्त नियम डेटाबेस की सहायता से करता है। सम्पूर्ण सूत्र, इसका हिन्दी अनुवाद एवं व्याख्या तथा अन्य कार्यों के लिये अष्टाध्यायी सूत्रपाठ डेटाबेस की भी सहायता लेता है। सिद्धिप्रक्रिया निर्मित करने के बाद यह संघटक आउटपुट जेनेरेटर को भेजता है।

Figure 2 यूजर इंटरफेस



4.2.4 आउटपुट जेनेरेटर (Output Generator): यह संघटक प्राप्त कच्ची (Raw) सिद्धि को एक टेबल फॉर्मेट में प्रस्तुत करता है। यह टेबल ऑटोमेटिक निर्मित किया जाता है। इस टेबल में दो कॉलम होते हैं और आवश्यकतानुसार rows। फिर सभी सूचनाओं को यूजर इंटरफेस पर परिणाम के रूप में प्रदर्शित कर दी जाती है।

4.3. संगणकीय प्लेटफॉर्म एवं तकनीक (Computational Platform and Techniques):

प्रस्तुत सिस्टम का इंटरफेस HTML के साथ पाइथॉन सर्वर पेज (Python Server Pages: PSP) में विकसित किया गया है। पेज की फॉर्मेटिंग के लिये JavaScript एवं CSS का भी उपयोग किया गया है। प्रोग्रामिंग भाषा के लिये पाइथॉन (Python) एवं डेटाबेस के लिये MySQL एवं टेक्स्ट फाइल का प्रयोग किया गया है। सर्वर के लिये पाइथॉन सर्वर पेज (Python Server Pages) स्पाइसी (Spyce) का प्रयोग किया गया है।

5. परिणाम एवं परिचर्चा (Result & Discussion)

यूजर इंटरफेस की सहायता से यूनिकोड में कोई भी धातुरूप देवनागरी में टाइप कर रूपसिद्धि बटन पर क्लिक करने से उस क्रियापद की ससूत्र प्रक्रिया प्राप्त होती है। इसका प्रारूप Figure 3 में दिखाया गया है। यह रूपसिद्धिप्रक्रिया एक तालिका में प्राप्त होती है। जिसमें दो कॉलम एवं आवश्यकतानुसार रो होते हैं। प्रथम कॉलम में सभी सूत्र एवं उनसे होने वाले कार्य लिखे होते हैं। तथा दूसरे में प्रदत्त इन्पुट के मूल में (धातु एवं प्रत्यय) में होने वाला परिवर्तन होता है। प्राप्त परिणाम में सभी सूत्र उसके हिन्दी अर्थ एवं व्याख्या के साथ हाइपरलिंकड किये हैं। जिसके यूजर को किसी भी सूत्र का अर्थ भी पता लग जाता है। किसी भी सूत्र पर कर्सर ले जाने पर उस सूत्र का अर्थ अपने आप प्रकट हो जाता है। एवं उस पर क्लिक करने से उनकी व्याख्या प्राप्त हो जाती है।

इस सिस्टम के प्रयोग माध्यम से कोई भी छात्र अपने अध्ययन में एवं शिक्षक आसानी से शिक्षण में सहायता कर सकता है। इस सिस्टम को बहुत ही यूजर सहायक बनाया गया है। जिससे इसका प्रयोग करना बहुत ही आसान हो गया है। परिणाम देवनागरी लिपि में UTF-8 प्रारूप में पूर्ण विवरण के साथ प्राप्त होता है।

6. ऑनलाइन ससूत्रक्रियारूपसिद्धि की विशेषता (Features of Online Derivation Process Generator System)

6.1 यूजर फ्रेंडली (User Friendly):

इस सिस्टम में यूजर को मात्र कोई क्रियापद देवनागरी यूनिकोड में प्रदान करना होता है। अन्य किसी भी सूचना की कोई आवश्यकता नहीं होती है। बाकि अन्य कार्य जैसे पहचान, विश्लेषण एवं सिद्धि निर्माण का कार्य सिस्टम अपने आप करता है। अतः यह सिस्टम सामान्य यूजर को दृष्टि में रख कर निर्मित किया गया है। यूजर को क्रियारूप के धातु, पद, वाच्य, लकार, वचन, पुरुष आदि के ज्ञान की आवश्यकता नहीं होती है। इसलिये इसे हम प्रबुद्ध सिस्टम कह सकते हैं। जिसका निर्माण एक सामान्य विद्यार्थी की समस्याओं को ध्यान में रख कर किया गया है।

6.2 ऑटोमैटिक पहचान (Automatic Recognition):

किसी भी पद की पहचान करना एक कठिन कार्य करता है। सामान्य विद्यार्थी के लिये यह कार्य बहुत ही कठिन माना जाता है। किसी पद की यदि पहचान ठीक से नहीं होती है तो उसकी सिद्धि भी सही नहीं होगी। अतः सही-सही पहचान करना अत्यावश्यक है। यह सिस्टम पहचान के सटीक नियमों के आधार बड़ी ही आसानी से सही-सही पहचान करता है जिसके सिद्धि निर्माण में सहायता प्राप्त होती है। प्रस्तुत सिस्टम क्रियारूप में प्रयुक्त धातु, वाच्य, लकार, पुरुष, वचन, प्रत्यय आदि की स्वतः पहचान करता है। जिससे यूजर को इनका ध्यान रखने की जरूरत नहीं होती है। पहचान के माध्यम से ही अर्थ निर्धारण होता है। इसी पहचान के आधार किसी धातुरूप का क्या अर्थ होगा यह निश्चित होता है।

6.3 पूर्ण सूचना के साथ विश्लेषण (Full Analysis with Complete Description):

यह तन्त्र प्रविष्ट क्रियापद का विश्लेषण अर्थात् संपूर्ण सूचनाएं प्रदान करता है। इन सूचनाओं में मूल धातु, धातु अर्थ, पद, लकार, पुरुष, वचन और प्रत्यय, सेट/अनिट्/वेट्, गण आदि की सूचनाएं शामिल होती हैं। जिससे प्रयोक्ता को सभी सूचनाएं प्राप्त होती है। किसी मशीनी अनुवाद में यह सिस्टम एक महती भूमिका निभा सकता है।

6.4 सम्पूर्ण सूत्रों के साथ सिद्धिप्रक्रिया (Derivation Process with Complete Rules):

उल्लिखित सिस्टम विश्लेषित क्रियापद का वैयाकरणसिद्धान्तकौमुदी के आधार पर क्रियापद की रूपसिद्धि में प्रयुक्त सम्पूर्ण सूत्र, वार्तिक एवं परिभाषा के सहित सिद्धिप्रक्रिया प्रदर्शित करता है। अतः शिक्षण में अधिक उपयोगी है।

6.5 स्व-अध्ययन एवं अध्यापन के लिये सहायक (Assistance for Self Learning and Teaching):

इस सिस्टम के माध्यम से छात्र स्व-अध्ययन कर क्रियारूपसिद्धि सीख सकते हैं और शिक्षक क्रियारूपसिद्धिप्रक्रिया कक्षा में छात्रों को सिखा सकते हैं। क्योंकि इस सिस्टम के द्वारा प्रदर्शित रूपसिद्धिप्रक्रिया में प्रयुक्त सभी सूत्र हाइपरलिंकड होते हैं। जिन पर कर्सर ले जाने पर उनका अर्थ प्रकट हो जाता है और सूत्र पर क्लिक करने से सम्बन्धित सूत्र की सम्पूर्ण व्याख्या एक नई विण्डो पर उपलब्ध हो जाती है। जबकि पुस्तक के माध्यम से पाठन में किसी एक सिद्धि में आगत सूत्र का उसी प्रसंग में अर्थ एवं व्याख्या देखी जा सकती है। पुस्तक के माध्यम से एक समय पर एक ही रूपसिद्धि देखी या सीखी जा सकती है जबकि इस सिस्टम की सहायता से सैंकड़ों रूपसिद्धियों का कुछ ही क्षणों में स्वाध्याय किया जा सकता है। यह सिस्टम पुस्तक के उपयोग को बहुत सीमित कर सकता है। प्रस्तुत सिस्टम अध्ययन एवं अध्यापन के कक्षादि सीमित वातावरण को सार्वभौम वातावरण में परिवर्तित कर सकता है। क्योंकि यह 24*7 प्रयोगार्थ ऑनलाइन उपलब्ध है।

7. शोध की भावी सम्भावना (Future Directions)

यह ऑनलाइन तन्त्र भ्वादिगण में पठित धातुओं के रूपों के लिये बनाया गया है। इसके आधार पर अन्य गणों के लिये तन्त्र का विकास किया जा सकता है जो कि बहुत ही महत्वपूर्ण होगा। साथ ही साथ अन्य प्रकरणों जैसे कृदन्त, सनाद्यन्त, समास, सन्धि, तद्धित आदि के लिये भी सिस्टम विकसित किया जा सकता है। अभी यह सिस्टम केवल हिन्दी माध्यम में बनाया गया है। पश्चात् इसे अन्य भाषा माध्यमों जैसे संस्कृत, अंग्रेजी, बांग्ला, तमिल, तेलगू, रोमन आदि लिपियों में भी इन्पुट/आउटपुट के लिये भी विकसित किया जा सकता है। साथ ही साथ इन सभी भाषाओं के लिये भी लिये विकसित किया जा सकता है।

Figure 3 परिणाम का प्रारूप

सन्दर्भ (References)

1. Agrawal, M., 2007, *Computational identification and analysis of Sanskrit verb-forms of bhvaadigana*, M.Phil. Diss. Special Centre for Sanskrit Studies, Jawaharlal Nehru University, New Delhi.
2. Bhadra, M., Singh SK., Kumar S., Chandra S., Agrawal M., Chandrashekar R., Mishra SK. & Jha GN., 2009, *Sanskrit Analysis System (SAS)*, Sanskrit Computational Linguistics Lecture Notes in Computer Science by Springer Berlin Heidelberg, Page 116-133.
3. Chandra S., Kumar B., Kumar V. and Sakshi, 2016, *Lexical Resources for Detection, Analysis and Word Formation process for Sanskrit Morphology*. In Proceedings of 3rd Workshop on Indian Language Data: Resources and Evaluation under 10th Edition of its Language Resources and Evaluation Conference (LREC-2015), Grand Hotel Bernardin Conference Center, Portorož (Slovenia), pp.65-68.
4. Chandra, S. & Bhattacharyya, Pampa, 2011, *Ontological Knowledge Database for Bangla Verb Arguments*, Proceeding of 14th Oriental COCODA, Microelectronics and Information Systems Research Center, National Chiao Tung University, Hsinchu, Taiwan, held on Oct. 26-28.
5. Chandra, S. & Jha, GN., 2011, *Computer Processing of Sanskrit Nominal Inflections: Methods and Implementation*, Cambridge Scholars Publishing (CSP), 12Back Chapman Street, Newcastle upon Tyne.
6. Chandra, S. and Anju, 2017, *Puranic Search: An Instant Search System for Puranas*. Language in India, ISSN 1930-2940, Volume 17:5.
7. Chandra, S., 2010, *Automatic Nominal Morphological Recognizer and Analyzer for Sanskrit: Method and Implementation*, Language in India, ISSN 1930-2940, Volume-10: 2.
8. Chandra, S., 2012, *Ontological Knowledgebase for Selected Verbs of Sanskrit and Bangla*, Ph.D., JNU, Delhi.
9. Chandra, S., 2012, *Restructuring of Paninian Morphological Rules for Computer processing of*

10. Chandra, S., Kumar, B., Kumar, V. & Sakshi, 2016, *Lexical Resources for Detection, Analysis and Word Formation process for Sanskrit Morphology*, In Proceedings of 3rd Workshop on Indian Language Data: Resources and Evaluation under 10th Edition of its Language Resources and Evaluation Conference (LREC-2015), Grand Hotel Bernardin Conference Center, Portorož (Slovenia), During 23-28 May 2016., pp.65-68.
11. Chandra, S., Kumar, B., Sakshi and Kumar, V., 2017, *लघुसिद्धान्तकौमुदी आधारित कम्प्यूटरकृत सुबन्त-रूप सिद्धि प्रक्रिया*, Vidyanidhi Prakashana, New Delhi, India.
12. Chandra, S., Kumar, V., Sakshi and Kumar B., 2017, *Innovative Teaching and Learning of Sanskrit Grammar through SWAGATAM (स्वगतम्)*, Language in India, ISSN 1930-2940, Volume 17:1, pp.378-391.
13. Jha, GN., Agrawal, M., Chandra, S., Mishra, SK., Mani, D., Mishra, D., Bhadra, M. & Singh, SK., 2009, *Inflectional Morphology Analyzer for Sanskrit*, Sanskrit Computational Linguistics Lecture Notes in Computer Science by Springer Berlin Heidelberg, ISBN: 978-3-642-00154-3, 2009, Page: 219-238.
14. Jha, GN., Bhowmik, P., Mishra, SK., Chandrashekar, R., Chandra, S., Mendiratta, Sachin & Agrawal, M., 2006, *Towards a Computational analysis system for Sanskrit*, In Proc. of first National symposium on Modeling and Shallow parsing of Indian Languages at Indian Institute of Technology Bombay on 2nd to 4th April 2006, pp.25-34.
15. Kumar, J., 2016, *वेब आधारित ऋग्वेदीय खोज एवं अनुक्रमणिका तन्त्र का विकास*, M.Phil. Diss. Special Centre for Sanskrit Studies, Jawaharlal Nehru University, New Delhi.

16. Patel, D. & Katuri, SK., 2016, Tinant Generator, Sanskritworld.in.
17. Sakshi & Chandra, S., 2017, *Sanskrit taddhita and English Suffixes: A Primary Investigation*, Language in India, ISSN 1930-2940, Volume-17:5, pp.-296-302.
18. Sakshi and Chandra S., 2015, *नियम एवं उदाहरण मिश्रित विधि से वेदान्त ग्रन्थों के व्याकरणिक विश्लेषण के लिए तद्विद्वान्त पदों की संगणकीय पहचान एवं विश्लेषण*. Twenty Second International Congress of Vedanta (22Vedanta), Special Centre for Sanskrit Studies, Jawaharlal Nehru University, New Delhi, (Presented).
19. कुमार, भूपेन्द्र एवं चन्द्रा, सुभाष, 2015, *वेदान्त ग्रन्थों के अर्थनिर्धारण हेतु नियम एवं उदाहरण संयुक्त विधि का प्रयोग करके संस्कृत सनाद्यन्त क्रियापदों की संगणकीय पहचान एवं विश्लेषण*, In Twenty Second International Congress of Vedanta (22Vedanta), Special Centre for Sanskrit Studies, Jawaharlal Nehru University, New Delhi, (Presented).
20. कुमार, भूपेन्द्र, 2018, *सनाद्यन्त क्रियापदों का सङ्गणकीय अनुप्रयोग, अभिज्ञान एवं विश्लेषण*, शोधप्रबन्ध, संस्कृत विभाग, दिल्ली विश्वविद्यालय, दिल्ली।
21. गोविन्दाचार्य (व्या.) एवं शर्मा, लक्ष्मी (संपा.), 2011, *वैयाकरणसिद्धान्तकौमुदी श्रीधरमुखोल्लासिनी हिन्दी व्याख्या समन्विता*, चौखम्बा सुरभारती प्रकाशन, वाराणसी।
22. झा, गिरीश नाथ, मिश्र, सुधीर कुमार और झा, गंगा नाथ, 2007, *संगणक जनित व्यावहारिक संस्कृत धातु रूपावली*, विद्यानिधि प्रकाशन, दिल्ली।
23. झा, नरेश (संपा.), 2004, *धातुपाठः सार्थः सप्रयोगश्च*, चौखम्बा सुरभारती प्रकाशन, वाराणसी।
24. शास्त्री, भीमसेन, 2004, *लघुसिद्धान्तकौमुदी*, भैमी प्रकाशन, दिल्ली।